MAITRE D'OUVRAGE
COMMUNE DE SAINT AUBIN D'AUBIGNE **Place de la Mairie-35250 St Aubin D'Aubigné**

Extension d'un ALSH
Rue des Écoles – 35250 St Aubin d'Aubigné

Cahier des Clauses Techniques Particulières

Dossier PRO

Lots n° 14PHOTOVOLTAIQUE

MAITRE D'OEUVRE		THALEM INGENIERIE
Gilles DELOURMEL 01, rue de St Médard 35250 SAINT-AUBIN-D'AUBIGNE Tél. : 02 99 55 25 31 Fax. : 02 99 55 63 51	THALEM INGENIERIE	Rue du Courtil - Centre d'affaire CICEA - bat 5 35 170 Bruz 02 99 05 30 10 02 99 05 30 15

Date d'édition : Mars 2013

SOMMAIRE

1. ENVIRONNEMENT DU PROJET 3

1.1 PRESENTATION DU PROJET 4
1.2 PERFORMANCES, LABELS ET ESSAIS DE PERMEABILITE A L'AIR 4
1.2.1 Précisions apportées concernant le test d'étanchéité a l'air 4
1.3 DOCUMENTS TECHNIQUES DE REFERENCE (RAPPEL DU CCAP) 5
1.4 QUALITE DES MATERIELS ET FOURNITURES 7
1.5 COORDINATION (COMPLEMENT OU RAPPEL DU CCAP) 8
1.5.1 Relation du titulaire avec les services publics 8
1.5.2 Coordination en matière de sécurité et de protection santé 9
1.6 DOSSIER DE CONSULTATION 9
1.7 EXECUTION DES TRAVAUX 9
1.7.1 Limites de prestations 9
1.7.2 Travaux à la charge des autres corps d'états 10
1.7.3 Travaux à la charge du maître d'ouvrage 11
1.7.4 Travaux en dehors du présent lot 11
1.8 DOSSIER DE CONSULTATION 11
1.9 CONTROLE ET ESSAIS 12
1.9.1 Mesures et Essais COPREC 12
1.9.2 CONSUEL 12
1.10 RECEPTION DES INSTALLATIONS 12
1.11 PRESENTATION DES OFFRES 13
1.12 DOCUMENTS A FOURNIR 13
1.13 GARANTIES 14

2. INSTALLATION PROVISOIRE DE CHANTIER 16

2.1 INSTALLATIONS DE SECURITE 16
2.2 PROTECTION DES OUVRAGES 16

3. COMPTAGE EDF - ORIGINE DES INSTALLATIONS 17

3.1 GENERALITES 17
3.2 TRAVAUX A LA CHARGE D'E.R.D.F. 17
3.3 TRAVAUX A LA CHARGE DU PRESENT LOT 17

4. CIRCUIT DE TERRE 18

4.1 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES 18

5. EQUIPEMENTS DU GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE 19

5.1 GENERALITES 19
5.2 MODULES PHOTOVOLTAIQUES 19
5.3 FIXATIONS ET POSE DES MODULES EN TOITURE 20
5.4 ETANCHEITE 21
5.5 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES 21
5.6 ONDULEUR 21
5.7 COFFRET DE PROTECTION AC/DC (TD PV) 23
5.7.1 CABLAGES ET RACCORDEMENTS 24
5.8 COUPURE ELECTRIQUE TD PV 24
5.9 DISTRIBUTION 25
5.9.1 Chemins de câbles 25
5.9.2 Passage sous tubes encastrés ou apparents 25
5.9.3 Canalisations 25
5.9.4 CONNECTEURS RAPIDES DC 26
5.9.5 ETIQUETTAGE 26

6. TRAVAUX FIN DE CHANTIER 27

7. OPTION – ACQUISITION DE DONNEES 28

1. ENVIRONNEMENT DU PROJET

Le présent descriptif a pour but de définir les travaux pour l'installation photovoltaïque sur l'extension de l'ALSH de la commune de Saint Aubin d'Aubigné (35 250).

L'établissement sera classé comme Etablissement de 4ème catégorie recevant du Public de et ayant une activité de type R (enseignement).

En dehors des travaux décrits dans ce cahier des charges et des plans, l'entreprise titulaire du marché sera dans l'obligation de réaliser toutes les prestations complémentaires utiles à la bonne réalisation des travaux de l'installation photovoltaïque.

Les travaux porteront essentiellement sur :

*
* Les prestations depuis le nouveau branchement individuel à puissance limitée (tarif bleu 9kVA P+N),
* Les liaisons basse tension AC et DC,
* Le circuit de terre et les mises à la terre du système photovoltaïque règlementaires,
* Le branchement tarif bleu,
* L'alimentation entre le coffret en limite de propriété et le panneau de comptage
* Le tableau de protections AC et DC (TD PV),
* Les canalisations entre le TD PV et l'onduleur,
* L'onduleur,
* Les canalisations entre l'onduleur et les boites de jonction DC,
* Les boites de jonction DC,
* Les canalisations entre les boites de jonction DC et les panneaux photovoltaïques,
* Les panneaux photovoltaïques,
* Les rails et fixations des panneaux,
* Le renforcement de la charpente,
* Les travaux divers,
* Les travaux de fin de chantier.

Le présent document descriptif a pour objet la définition de l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation des ouvrages.

Les propositions souscrites pour ce lot tiennent compte de tous les travaux nécessaires à la réalisation, tels qu'ils sont prévus aux diverses pièces du dossier, étant entendu que l'entrepreneur devra assurer leur complet achèvement conformément aux règlements en vigueur.

En conséquence, l'entrepreneur se sera rendu compte des travaux à effectuer, de leur importance, de leur nature, de la disposition des lieux et des conditions d'exécution.

Il aura incorporé dans son prix tous les travaux indispensables. Il ne pourra pas se prévaloir, après le dépôt de sa soumission, d'erreurs, d'omissions aux plans et aux textes du devis descriptif.

L'entrepreneur aura à sa charge les frais de percements, de scellements et des raccords nécessaires à ses ouvrages. Il pourra se mettre en accord avec les titulaires des autres corps d'état pour faire réserver, par ceux-ci les percements et passages qui lui seront nécessaires. Il devra également l'enlèvement de tous les gravois provenant de l'exécution de ces travaux, tous les rebouchages et raccords divers seront à la charge du titulaire du présent lot pour tout ce qui concerne la mise en œuvre le concernant.

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

Les percements qui n'auraient pas été demandés en temps utile et les calfeutrements avec des matériaux compatibles avec ceux des parois.

Les calfeutrements de toutes les réservations après pose des canalisations.

Aucun changement au projet retenu ne pourra être apporté en cours d'exécution sans l'autorisation expresse du Maître d'Œuvre, les frais résultant des changements non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans écrit, seront à la charge de l'Entreprise.

1.1 PRESENTATION DU PROJET

Dans le cadre de sa politique de développement durable, la commune de Saint Aubin d'Aubigné souhaite soutenir la promotion des énergies renouvelables.

Seule la toiture exposée Sud de l'extension sera recouverte de panneaux photovoltaïques sur une surface d'environ 50 m2.

Le placard technique recevra un tableau de comptage tarif bleu 6kVA monophasé avec un compteur de production et un compteur de consommation, l'onduleur 6kVA, les boites de jonction DC et permettra le raccordement au réseau ERDF.

L'électricité sera injectée en totalité sur le réseau de distribution public ERDF.

Cette installation comprend :
- La fourniture, la pose et le raccordement des modules photovoltaïques sur kit d'intégration en toiture.
- La fourniture, la pose et le raccordement de l'onduleur
- La connexion, le câblage, les boîtes de jonction
- La mise à la terre des installations et l'installation de parafoudres (côté AC et DC)
- La fourniture et la pose de l'ensemble des fourreaux, gaines, chemins de câbles et de l'ensemble des percements nécessaires à l'installation
- L'ensemble des canalisations
- La fourniture et pose de coffret de protections AC-DC TD PV
- Les interfaces techniques avec EDF pour raccordement sur les compteurs EDF
- Fourniture du synoptique de câblage de l'ensemble de l'installation

Est également inclus les démarches administratives :

Toutes les démarches administratives permettant l'obtention du contrat d'achat de la production électrique par EDF et le raccordement au réseau ERDF, sont comprises au présent marché.

- La demande de raccordement au réseau EDF
- L'entrepreneur du présent marché devra faire toutes les démarches nécessaires, avant l'exécution de ses travaux, auprès des Services Techniques intéressés. Il devra tenir le Maître d'œuvre au courant de ses demandes d'agréments et lui remettre une copie des accords obtenus
- A défaut, ne pouvant justifier de ses démarches, il supportera les frais de modifications éventuelles demandées par les Services Officiels (ERDF, Bureau de Contrôle, etc..). L'entrepreneur du présent marché fera les vérifications avant la mise en service et exécutera, à ses frais, les modifications éventuelles qui seraient nécessaires pour rendre ses installations conformes aux normes, aux règlements en vigueur et au présent CCTP.
- L'entrepreneur se mettra en rapport avec ERDF pour obtenir tous renseignements utiles concernant ses études et l'exécution de ses travaux.
- La pré-étude n'enlève rien à la responsabilité de l'entrepreneur. Il devra avoir l'accord d'ERDF sur son projet avant remise de la soumission et ne pourra réclamer aucun supplément de prix pour les modifications qui pourraient lui être imposées. Il lui appartiendra de faire réceptionner ses installations et d'obtenir les mises en service par cet organisme.

1.2 PERFORMANCES, LABELS ET ESSAIS DE PERMEABILITE A L'AIR

1.2.1 Précisions apportées concernant le test d'étanchéité a l'air

La qualité de l'étanchéité à l'air du bâti résulte de l'ensemble des prestations des différents intervenants.
Le principe fondamental pour assurer une bonne étanchéité de l'enveloppe est de réaliser une « peau » étanche et continue.
Les entreprises veilleront à limiter le nombre de pénétrations de l'enveloppe et les longueurs de conduits, le traitement des liaisons sensibles devra être soigné.

Les entreprises ont une obligation de résultat et devront mettre en œuvre les moyens décrits ci-dessous pour parvenir au résultat souhaité et contrôler réciproquement les travaux liés entre plusieurs corps d'états.

Les défauts constatés seront corrigés par les entreprises de chaque lot concerné.

Pour le percement du film d'étanchéité, l'entreprise devra se mettre en relation avec l'entreprise concerner afin de mettre en œuvre le matériel nécessaire pour recréer une bonne étanchéité à l'air. Les défauts devront être corrigés par du matériel approprié (adhésif, mastic compatible), la mousse de polyuréthane est à proscrire, ainsi que le silicone.

Information générale sur la perméabilité à l'air
Cette nouvelle contrainte, l'étanchéité à l'air des bâtiments, engendre de réaliser tous les calfeutrements de réservations, de passage de gaine et fourreaux électriques, de pose de boîtiers d'encastrement étanches. En effet, un test d'étanchéité à l'air sera réalisé sur l'ensemble du bâtiment en cours et en fin de chantier. Par conséquent les attributaires des lots déficients devront reprendre à leur charge les défauts d'assemblage des équipements correspondant à leur lot.
Chaque entreprise est responsable de la bonne mise en oeuvre de ses équipements.

Lot Photovoltaïque
L'entreprise limitera le nombre de percements des parois.
Les points de passage de l'ensemble des équipements électriques installés sur les parois extérieures ou dans le local devront être colmatés avec des matériaux résilients :
- le tableau et coffrets électriques
- les sorties de câbles sur la toiture
- le câblage
- les traversées de parois

Le titulaire du présent lot utilisera des produits adaptés tels que des boîtiers électriques étanches équipés de membrane souples et obturateurs pour limiter le passage de l'air.

L'espacement entre les réseaux ou gaines devra être de 3 à 4 cm au minimum.

Les fourreaux seront obturés avec obturateurs "passes câbles".
Les gaines issues de l'extérieur seront obturées après passage des fils.
Les gaines traversant les parois verticales seront étanchées sur l'interface gros-oeuvre.
Veillez à préserver les conditions de calfeutrage gros-oeuvre.

Les fourreaux seront obturés avec obturateurs "passes câbles".

1.3 DOCUMENTS TECHNIQUES DE REFERENCE (RAPPEL DU CCAP)

L'entreprise chargée de l'exécution des installations électriques est tenue de respecter les lois, décrets, arrêtés et règlements administratifs, normes en vigueur et documents techniques de l'UTE qui s'appliquent à cette installation, et en particulier :

- Toutes les normes françaises homologuées en vigueur et en particulier :

- NF P 01.001 - Coordination Modulaire : Module de base, modulation des dimensions verticales et horizontales.
- NF P 01.002 - Coordination dimensionnelle et modulaire : Vocabulaire, spécification.
- NF P 24.101 - Menuiserie métallique extérieure : Terminologie.
- NF A 50.411 - Caractéristiques des profilés en alliage d'aluminium.
- NF A 91.450 - Autorisation de l'aluminium et de ses alliages, spécifications générales.
- NF P 06.001 - Charges permanentes et surcharges à admettre dans les constructions
- NF P 78.302 - Glaces pour vitrage de bâtiment

- Le recueil des éléments utiles à l'établissement et à l'exécution des projets et marchés de bâtiment en France (R.E.E.F.) publié par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.).

- Tous les documents techniques unifiés (D.T.U.) établis par le groupe de coordination des textes techniques et publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.) et comprenant notamment les documents suivants :

- D.T.U. n°39.1 : Cahier des charges applicable aux travaux de vitrerie, suivi du fascicule n°39.1 du C.P.C.
- Additifs n°1 et n°2 au cahier des charges.
- D.T.U. n°39.4 : Cahier des charges applicable aux travaux de miroiterie et de vitrerie en verre épais.

- D.T.U. P 06.006 – Règles N 84 – Actions de la neige sur les constructions.
- D.T.U. P 06.002 – Règles NV 65 – Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

L'installation des matériels sera soumise également au respect des normes de l'industrie photovoltaïque et des normes relatives aux installations électriques basse tension, notamment :

* NF C 15-100 (décembre 2002) : installation électrique à basse tension : Règles

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

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

* UTE C 18.510 (novembre 1988, mise à jour 1991) : recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique

* C 18.530 (mai 1990) : carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité

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

* IEF 61723 : guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments

* CEI 60.364-7-212 : installation électrique dans le bâtiment – partie 7- 712 Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV) (mai 2002)

* NF EN 61173 (février 1995) : protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie – Guide

* NF C 17-100 (décembre 1997) : protection contre la foudre – installation de paratonnerres : Règles

* NF C 17-102 (juillet 1997) : protection contre la foudre – protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage tension : Règles

* NF EN 61643-11 (2002) : parafoudres basse tension connectés aux systèmes de distribution basse tension – Prescriptions et essais

* CEI 61000-3-2 (Edition 2.2 de 2004) : Comptabilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2 : Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieurs ou égaux à 16A par phase

Et des textes réglementaires suivants :

* La loi de programme du 13 juillet 2005 concernant l'éligibilité des équipements de production d'électricité par modules photovoltaïques

* Le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 et ses a rrêtés pour la protection des travailleurs qui mettent en œuvre des courants électriques

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

* La circulaire DRT 89-2, 6 février 1989, application du décret 88-1056

* Les règles Neige et Vents

* Les réglementations de sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public et/ou des travailleurs

* Le guide ITE C 15-400 (2005) : raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution

* Le guide d'utilisation UTEC 15-443 (2004) : choix et mise en œuvre des parafoudres basse tension

* Le guide EDF/RD (2003) : accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques conditions techniques et contractuelles de raccordement

* Le guide de l'ADEME (2004) : systèmes photovoltaïques raccordés au réseau – Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du maître d'ouvrage

* Le guide UTE C 15-712 (en cours de rédaction) : installations de générateurs photovoltaïques solaires

* Articles EL et EC des établissements recevant du public

L'installation devra être conforme aux textes suivants définissant l'aspect réglementaire par type d'équipement :

* Modules photovoltaïques: NF C 57 1xx ou ISPRA 501-502-503, 701

* Spécifications ERD : B6, C1, C2, C8 (Ademe-EdF)

* Mise en œuvre des capteurs PV dans le bâtiment (CSTB)

* CEI 1194 : paramètres descriptifs

* CEI 61215 : si cristallin : Qualification de la conception et homologation

* CEI 60904-1 (1987), Equipements photovoltaïques – Partie 1 : mesures des caractéristiques photovoltaïques courant tension CEI 60904-3 (1989),

Equipements photovoltaïques – Partie 3 : principes de terrestres avec des données de référence d'irradiance mesures pour les équipements solaires photovoltaïques spectrale.

* Conducteurs et câbles: NF C 32 xxx

* Matériel de pose: NF C 68 xxx

* Installations électriques B.T.: NF C 15 100 de décembre 2002

* Sécurité: CEI 61 723 : Sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau et montés sur les bâtiments

* Code du travail : article R 233.14 à R 233.48,

* FDS 61-939 Commentaires et interprétations des normes NFS 61-931 à NFS 61-939

* Règlement Sanitaire Départemental.

La liste des textes et documents énoncés ci-dessus n'est pas limitative, elle est un rappel des prescriptions obligatoires.

1.4 QUALITE DES MATERIELS ET FOURNITURES

Conformément au décret modificatif N° 93-1235 du 15 /11/1993, les références à des marques et types d'appareils sont données, soit pour fixer le niveau de qualité des prestations soit en raison de caractéristiques dimensionnelles relatives à l'implantation des équipements.

Les soumissionnaires pourront éventuellement proposer d'autres marques de leur choix, à la condition expresse que les équipements soient de qualité, de performances, de caractéristiques dimensionnelles équivalentes à celles citées dans le présent document et que la marque et le type du matériel proposé soit indiqué en clair dans la DPGF.

Avant le démarrage de ses travaux, l'Entrepreneur devra soumettre les références exactes des fournitures qu'il propose de mettre en œuvre, à l'approbation du Maître d'Œuvre qui appréciera s'il y a concordance et équivalence avec les prescriptions des pièces du marché. Pour ce faire, il devra la fourniture d'une liste des produits proposés et d'un échantillonnage physique complet de l'ensemble des produits à finition visible. Dans le cas contraire, le maître d'œuvre se réserve le droit d'exiger les marques et types cités en référence dans le C.C.T.P. pour les prix et délais convenus.

Dans tous les cas, le choix définitif appartient au Maître d'Ouvrage.

Tous les travaux réalisés en dehors du présent descriptif ou de tout accord écrit de la part de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre seront repris par le titulaire du présent lot entièrement à ses frais.

Tous les éléments des installations devront :

- être conformes :
  * à la réglementation,
  * aux présentes spécifications techniques,
  * au devis descriptif,
  * aux plans.

(En cas de contradiction, l'ordre de citation est celui de priorité).

- être agréés par les services publics lorsqu'ils ont un droit de contrôle sur les installations
- être estampillés CE, NF-USE ou USE.(La liste des matériels admis à la marque NF-USE, ou USE, est donnée par les publications de l'Union Technique de l'Electricité).
- neufs et en parfait état.

L'entrepreneur choisira ses matériels de façon à obtenir une standardisation en utilisant un nombre de marques, de séries et de types aussi réduit que possible.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de faire analyser par un laboratoire officiel, aux frais de l'entrepreneur, tout matériau ou tout appareil qui paraîtrait suspect ou qui ne serait pas conforme aux spécifications du devis descriptif.

En conséquence, toute fourniture ou tout travail présentant des défectuosités sera refusé et toutes les conséquences de ce refus seront à la charge de l'entreprise.

1.5 COORDINATION (COMPLEMENT OU RAPPEL DU CCAP)

Il est particulièrement rappelé aux entrepreneurs les dispositions du Cahier des charges générales applicables aux travaux du bâtiment concernant la coordination de l'exécution des travaux, norme P.03.001.

Dans l'article visé, il est spécifié entre autres que chaque entrepreneur doit prendre connaissance de l'ensemble du projet en vue de se renseigner sur la répercussion des autres corps d'état sur le sien.

La mise en œuvre du matériel sera faite avec le plus grand soin et selon les règles de l'art, tant pour assurer une réalisation correcte de l'installation que pour éviter toute détérioration des ouvrages réalisés par les autres corps d'état. Toutes les prestations garantissant une parfaite finition des ouvrages sont incluses dans son marché.
Le présent lot devra intégrer dans son offre **sa participation au compte prorata**.

A la charge du compte prorata (liste non exhaustive) :

- Les frais correspondant à la fourniture, confection et mise en lettres des panneaux de chantier, légaux et réglementaires, comptant outre le numéro du permis de construire, etc... la raison sociale des titulaires des différents lots. Les frais relatifs à la remise en état des voiries autres que ceux imputables à une entreprise en particulier, ainsi que leur nettoyage périodique en tant que de besoin.
- La mise en place d'une clôture de chantier.
- Les frais d'établissement, d'équipement et d'entretien du bureau de chantier (sauf vestiaire à la charge de chaque entreprise).
- La source d'énergie et le combustible nécessaire au chantier, strictement indispensable à l'exécution des ouvrages ou à leur bonne conservation, la décision en revenant aux entrepreneurs, étant bien entendu que cette obligation ne s'étendra pas au-delà de la date de réception (branchements électriques, PTT, demande compteur AEP).
- Devront être pris en charge, les frais de gardiennage si celui-ci est demandé par les entrepreneurs.

Le chantier sera nettoyé au moins hebdomadairement. Les entrepreneurs devront assurer l'évacuation de leurs propres déblais et gravois, tant à l'intérieur des bâtiments que sur l'ensemble des parcelles privatives. Dans la carence, le nettoyage sera assuré par l'entrepreneur de Gros Oeuvre au compte de l'entrepreneur ou entrepreneurs responsables.

Chaque entrepreneur, à la fin de sa propre phase d'intervention, même ponctuelle, exécutera le nettoyage résultant de son intervention et laissera les lieux exempts de gravats.

L'entrepreneur est libre du choix du pourcentage, ce dernier n'engageant ni le Maître de l'Ouvrage, ni le Maître d'Œuvre auquel il ne pourra être réclamé de plus value pour dépassement du taux choisi.

Il est rappelé que l'entrepreneur devra prévoir la réalisation de certaines parties de son lot à des périodes différentes, suivant l'avancement des autres corps d'état.

Il appartient à l'entreprise d'attirer, en temps utile, l'attention du Maître d'œuvre et de ses conseils, sur les répercussions que peuvent avoir certains travaux sur la marche générale du chantier, et de signaler, le cas échéant, les modifications qu'il conviendrait d'apporter aux dispositions arrêtées pour les autres corps d'état.

Les erreurs, les imprécisions de plans, ou les non concordances du devis, devront être signalées au plus tôt au Maître d'œuvre qui fera, s'il y a lieu, les rectifications nécessaires.

L'entreprise reste responsable des erreurs et des modifications qu'entraînerait, pour tout corps d'état, l'inobservation de cette prescription.

1.5.1 Relation du titulaire avec les services publics

Le titulaire du présent lot se mettra en relation avec les services publics intéressés afin d'obtenir tous les renseignements, accords et autorisations indispensables à l'exécution des travaux de raccordements sur les réseaux publics.

A défaut, ne pouvant justifier de ses démarches, il supportera les frais éventuels des modifications demandées par les services officiels (Bureau de contrôle, ErDF, CONSUEL..)

Il se soumettra à toutes les demandes, vérifications, visites de personnes des services compétents.

1.5.2 Coordination en matière de sécurité et de protection santé

Complément ou rappel du CCAP

Conformément à la loi du 31 décembre 1993 et à son décret d'application du 26 décembre 1994, l'entreprise devra se conformer aux exigences du coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé et prendre en compte ses observations, ses recommandations et demandes.

L'entreprise chiffrera dans son offre les coûts des dispositions nécessaires au respect de la législation en vigueur dans ce domaine.

L'entreprise se rapprochera du coordonnateur SPS pour fournir le Plan Hygiène et Sécurité relatif au chantier.

Les différents certificats et habilitations seront à fournir dès le début du chantier ainsi que le PPSPS.

Le personnel de l'entreprise travaillant sur le site devra être facilement identifiable, et portera un badge mentionnant au minimum son entreprise et son nom.

1.6 DOSSIER DE CONSULTATION

Les dispositifs, schémas, sections des canalisations, sections des gaines, etc..., figurant sur les plans ou indiqués dans les documents sont donnés à titre indicatif.

Il appartient à l'entrepreneur d'établir son projet pour que les prix unitaires et le prix global qu'il produira, soient calculés en tenant compte des dispositifs, des sections des canalisations, etc..., du projet définitif.

1.7 EXECUTION DES TRAVAUX

1.7.1 Limites de prestations

D'une manière générale, l'entreprise devra l'ensemble des travaux et des fournitures nécessaires à la réalisation d'installations capables de répondre aux besoins exprimés en fonctionnement normal et dans toutes les conditions de sécurité et de régularité, sans qu'elle puisse se prévaloir d'une erreur ou d'une omission dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ou sur les documents graphiques annexés.

L'ensemble des prestations évoquées dans le CCTP n'a pas de caractère limitatif, l'entrepreneur a toute latitude de prévoir les compléments permettant une parfaite finition des ouvrages, avant la signature du marché.

En conséquence, pendant les travaux, l'entreprise ne pourra plus demander de suppléments.

Les travaux annexes au lot Electricité qui n'incombent pas à l'entreprise titulaire du présent lot mais qui la concernent sont étudiés et exécutés sous sa surveillance et sa responsabilité.

L'entreprise fournit en temps utile aux corps d'état intéressés toutes indications, plans et schémas nécessaires aux dits travaux.

Elle confirme et précise ou modifie après accord du Maître d'œuvre, sans pour autant qu'il y ait de conséquences financières sur un quelconque lot, les dispositions réservées dans le projet d'appel d'offres.

L'adjudicataire devra tous les percements courants, encastrements, scellements et raccords à exécuter de son fait. Les scellements seront exécutés en creux de 1 cm pour permettre les raccords d'enduit, plâtre, etc... qui seront également à sa charge. D'autre part l'entreprise devra également le calfeutrement des gaines techniques et des fourreaux nécessaires à ses prestations. Ces calfeutrements respecteront les degrés coupe-feu des parois.

Les incorporations, fourreaux et autres, respecteront notamment l'étanchéité à l'air du bâtiment. Dans tous les cas cette étanchéité devra être à la charge du présent lot et après intervention de celui-ci, parfaite.

La prestation comprend :

- Les plans de réservation et d'exécution, et toutes informations nécessaires aux autres corps d'état pour une parfaite exécution des travaux.
- Les études et les plans de fabrication.

- Le transport, déchargement, stockage et manutention de tous les matériels de chantier.
- La protection des matériels pour éviter toute détérioration des autres corps d'état au cours des travaux.
- L'utilisation de nacelles élévatrices, échafaudages ou engins de chantier pour travailler en sécurité
- La mise en place d'une ligne vie sur le pignon de la toiture pour la mise en sécurité des travailleurs.
- La mise en œuvre de l'intégralité des fournitures ainsi que l'exécution des travaux divers et décrits précédemment.
- Toutes les matières consommables nécessaires à la mise en œuvre des fournitures.
- Les modifications pour mise en conformité avec les conditions imposées au présent marché.
- Les réglages, essais et mises au point des installations.
- Les fournitures et travaux prescrits par écrit par le maître d'ouvrage pouvant donner lieu à plus ou moins-value par rapport au marché de base.
- L'assistance à la réception des installations.
- Les travaux nécessaires pour la levée des réserves de réception. La formation du personnel d'exploitation des installations. Le dossier de fin d'affaire avec les documents précisés ci-après.
- Tout ce qui est nécessaire d'une manière générale à la bonne marche des installations.
- Les percements d'un diamètre inférieur ou égal au DN100mm des parois extérieures et de la structure porteuse intérieure existante (verticale et horizontale),
- Après passage des réseaux le rebouchage périphérique de l'ensemble des percements demandés ou réalisés pour le présent lot, (NOTA : les calfeutrements seront réalisés avec des matériaux compatibles avec ceux des parois traversées, et devront restituer les caractéristiques coupe-feu, phonique et résistance mécanique des parois concernées),
- Les percements (toutes dimensions) des parois intérieures en bloc creux de béton (hors structure porteuse), nécessaires au passage des réseaux,
- La fourniture et la pose des fourreaux aiguillés et grillage avertisseurs nécessaires pour l'alimentation électrique ERDF, soit 1 gaine aiguillée TPC ø 100 mm entre le TD1 et les bornes lumineuses.
- Toutes gaines nécessaires au passage des liaisons électriques dans les cloisons ou encastrées dans le béton, de nature adaptée en fonction de leurs utilisations (ICTA, TPC, ...)

1.7.2 Travaux à la charge des autres corps d'états

Les travaux ci-après seront réalisés par les entreprises des corps d'état concernés sous la surveillance de l'entreprise du présent lot

Lot 01 –Démolitions – réseaux divers – voiries - clôtures

- L'ensemble des tranchées avec lits de sable et grillages avertisseurs pour l'alimentation électrique ERDF depuis la chambre de tirage situé à 1mètre de la façade jusqu'au coffret de coupure en limite de propriété.
- Mise en place et scellement du coffret de coupure de type S20 (fourni par ERDF) sur un dé de béton en limite de propriété.

Lot 02–Gros-Œuvre

- L'ensemble des tranchées avec lits de sable et grillages avertisseurs pour l'alimentation ERDF entre la façade du bâtiment et les chambre de tirage situées à 1 mètre de la façade.
- Branchement de chantier provisoire en électricité, y compris comptage,
- Fourniture et pose d'une armoire générale de chantier avec prise de terre y compris liaison d'alimentation sous gaine ICT jusqu'au TGBT (raccordement et mise en place de la protection dans le TGBT existant au lot 7 Electricité),
- Fourniture et pose d'un téléphone
- Alimentation électrique des bungalows, bureaux, vestiaires de chantier,

<u>Parois extérieures et structures porteuses intérieures (refend béton, plancher…) :</u>

- Les percements d'un diamètre supérieur au DN100mm des parois extérieures et de la structure intérieure existante (verticale et horizontale),

<u>Structure et cloisonnement créés :</u>

- Les trous et réservations ainsi que les fourreaux dans les éléments porteurs à créer (poutres, planchers, voiles béton, murs porteurs de façade et de refend) à la condition expresse que les renseignements nécessaires (plans et positionnement comportant emplacement et sections) soient communiqués en temps voulu par le lot Electricité.
-

Lot 03–Charpente – Ossature bois - bardage

- Renforcement éventuelle de la charpente sous la structure équipée de panneaux photovoltaïques.
- Relation avec le lot n°14 « photovoltaïque » lors de la réalisation de la charpente et les chevrons / voliges nécessaires à la pose des panneaux.

Lot 04–Couverture – Ardoises et zinc

- La fourniture et pose d'un film pare-pluie fourni compatible avec la mise en oeuvre des panneaux.
- Raccordement entre la couverture ardoises et les abergements en périphérie des panneaux photovoltaïques
- Relation avec le lot n°14 « photovoltaïque » lors de la réalisation de la couverture et les abergements

Lot 05 – Menuiseries extérieurs aluminium et menuiserie intérieures bois

- Mise en place d'une ventilation naturelle sur la porte du placard technique en face de l'onduleur pour évacuer la chaleur.

Lot 06 – Cloisons sèches – isolation thermique

- Barrières phoniques et/ou coupe-feu, situées dans le plénum, compris découpe et calfeutrement des passages des canalisations.
- Renforts de fixation pour pose des tableaux électriques (TD1 et TD PV)

Lot 07–Electricité – Chauffage – Sécurité incendie

- Installation complète électrique de l'extension de son lot (éclairage, chauffage électrique, chemins de câbles, sécurité incendie, …),
- Relation et prestations nécessaires avec France Télécom, ERDF, le CONSUEL et l'organisme de contrôle pour son lot,

TOUT CORPS D'ETAT.

- Raccordements des appareils de leur fourniture sur les attentes laissées à proximité par l'électricien.

1.7.3 Travaux à la charge du maître d'ouvrage

Le maitre d'ouvrage devra les prestations suivantes :

- Demande d'un raccordement tarif bleu 6kVA pour la revente de l'énergie photovoltaïque auprès d'ERDF

1.7.4 Travaux en dehors du présent lot

- Demande d'un raccordement tarif bleu 6kVA pour la revente de l'énergie photovoltaïque auprès d'ERDF

1.8 DOSSIER DE CONSULTATION

Il appartient à l'entrepreneur d'établir son projet pour que les prix unitaires et le prix global qu'il produira, soient calculés en tenant compte des dispositifs, des sections des canalisations, etc..., du projet définitif.

Les travaux devront être réalisés, suivant le programme prévu et aboutir à leur entier achèvement, et en parfait état de fonctionnement, sur les points d'utilisation désignés, sans qu'il y ait lieu à aucune mise en œuvre complémentaire pour leur mise en service.

En conséquence, il ne pourra être invoqué une erreur, une omission ou imprécision au présent document pour justifier d'un défaut de fourniture ou de mise en œuvre d'un appareil ou organe, étant entendu que l'entrepreneur s'est rendu compte des travaux à effectuer, de leur importance et de leur nature, et qu'il a suppléé par ses connaissances professionnelles, aux détails qui pourraient être omis sur les plans, CCTP ou additifs, et qu'il a pris contact avec l'auteur du présent document pour tout éclaircissement nécessaire.

En tout état de cause, qu'il constate une erreur ou une omission d'une certaine importance, il devra immédiatement le signaler par écrit pour obtenir les renseignements complémentaires et décisions.

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de modifier, après accord de l'entreprise, tel ou tel principe ou matériel défini au cahier des charges, après accord du client. Il en est de même pour l'augmentation ou la diminution de la masse des travaux.

1.9 CONTROLE ET ESSAIS

Ces éléments sont un rappel ou un complément du CCAP

Il appartient à l'entrepreneur de fournir une installation achevée en parfait état de marche.

Avant la réception, l'installation sera contrôlée dans toute son étendue.

1.9.1 Mesures et Essais COPREC

L'entrepreneur procédera sous sa responsabilité et à ses frais, aux essais et mesures suivantes :

- Mesure de l'isolement des circuits.
- Mesure des tensions en charge à 100 %.
- Mesure de la résistance de terre.
- Mesure des échauffements et chutes de tension en charge.
- Mesure de l'énergie réactive
- Vérification des champs tournants et de l'équilibre des phases.
- Contrôle des organes de protection.
- Etablissement du cahier de recette.
- Essais COPREC

Essais COPREC :

Indépendamment des essais réalisés par l'entreprise, l'installateur devra prévoir les frais afférent aux essais définis dans le document technique COPREC Construction de septembre 1997. Ces essais seront réalisés selon le document N°1 et les résultats se ront consignés par un PV établi selon le document N°2.

Ce document sera alors transmis au Maître d'œuvre, au bureau de contrôle avec copie au bureau d'étude.

1.9.2 CONSUEL

Les installations électriques réalisées par le présent lot devront satisfaire aux conditions d'apposition du visa CONSUEL sur les attestations de conformité.

L'ensemble des frais générés, attestation et organisme vérificateur sera intégré dans l'offre de l'entreprise.

1.10 RECEPTION DES INSTALLATIONS

Ces éléments sont un rappel ou un complément du CCAP

L'installation donnera lieu à une réception.

Le marché relatif à la présente opération, faisant partie d'un ensemble de marchés passés pour l'exécution des travaux concourant à la réalisation d'un même ouvrage, la réception aura lieu après achèvement de tous les travaux des divers corps d'état intéressés.

La réception sera subordonnée à un examen technique de l'installation et aux essais par un représentant du maître d'ouvrage, en présence de l'architecte, du bureau d'étude de l'opération et de l'installateur chargé des travaux.

Si les vérifications et essais qu'elle comporte ont donné satisfaction, cette réception pourra être prononcée, sinon elle sera ajournée jusqu'à ce que l'entrepreneur ait apporté à l'installation les retouches nécessaires.

Jusqu'à ce que la réception soit prononcée, l'entrepreneur conservera la responsabilité de son installation, même si celle-ci est conduite par le personnel de l'établissement qui devra être mis au courant de l'appareillage.

La réception comporte :

- La vérification contradictoire du parfait achèvement des travaux et de la conformité des installations réalisées.
- Les essais de l'installation, conformément aux règles générales définies à l'article 1.6 : Contrôle et Essais.

1.11 PRESENTATION DES OFFRES

Les offres devront être rigoureusement conformes au projet de base tel que défini par le présent C.C.T.P., et les documents qui s'y attachent, sous peine d'exclusion pure et simple.

Toutes les modifications que l'entrepreneur souhaitera apporter devront se faire dans un chapitre spécifique. L'inobservation de cette clause entraînerait également le rejet immédiat de l'offre.

Le soumissionnaire devra obligatoirement chiffrer les variantes et options.

1.12 DOCUMENTS A FOURNIR

Au moment de l'appel d'offres avec soumission :

Un mémoire justificatif composé de :

- Un dossier technique présentant l'ensemble des équipements, matériaux, procédés, accessoires prévus dans son offre en se référant aux articles du présent C.C.T.P. Lorsque des entreprises proposeront des produits autres que ceux demandés au C.C.T.P., ces produits seront présentés et accompagnés dans le cadre du mémoire justificatif d'une documentation technique détaillée et un comparatif clair entre les caractéristiques des produits présentés au C.C.T.P. et celles des produits présentés dans son offre. Ce comparatif devra obligatoirement prouver que ces produits seront esthétiquement et techniquement semblables à ceux demandés au C.C.T.P.

L'entreprise soumissionnaire devra fournir dans son offre une note de calcul de la production annuelle escomptée de l'installation, la note de calcul précisera :

- La production annuelle en (KWh)/ an
- La production moyenne journalière (KWh /J) mois par mois
- La production mensuelle (KWh /mois) sur l'année
- Une note de calcul du ratio de performance (PR) du générateur photovoltaïque proposé

Le personnel employé devra être qualifié et habilité pour les travaux du présent marché. L'entreprise, elle-même, devra être en possession d'une qualification officielle pour les travaux qu'elle s'engage à réaliser.

Qualification minimum :
- **Quali PV Electricité**
- **Quali PV bâtiment**

  - les notices techniques descriptives du matériel qu'il se propose d'installer lorsque le choix est laissé à son initiative.
  - la solution de base fera obligatoirement l'objet d'une proposition.

Au début du chantier :

L'adjudicataire présentera à l'architecte **tout** l'appareillage, le matériel et les luminaires qu'il propose, et obtiendra son accord avant de s'approvisionner.

Et avant toute exécution de travaux, en trois exemplaires :

- les plans d'exécution pour visas par la Maîtrise d'œuvre,
- le bilan de puissance,
- les plans côtés des réservations de toute nature nécessaires à la mise en place du matériel.
- les plans cotés destinés aux autres entreprises du chantier pour la bonne coordination des exécutions.
- les caractéristiques techniques, calculs et schémas permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement.

Après début des travaux et avant réception :

Fourniture du D.O.E comprenant :

- L'étude détaillée des installations avec les documents suivants :

* Plans et schémas d'armoires électriques conformes à l'exécution

* Synoptique de l'installation photovoltaïque complète,
* Plan avec types et sections des câbles
* Plan coté du réseau de terre
* Plans côtés des réservations
* Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement
* La liste des matériels installés avec documents techniques
* Notices d'entretien
* Essais et mesures :
    - ✓ Mesure de l'isolement des circuits.
    - ✓ Mesure des tensions en charge à 100 %.
    - ✓ Mesure de la résistance de terre.
    - ✓ Mesure des échauffements et chutes de tension en charge.
    - ✓ Contrôle des organes de protection et parafoudres.
* Une copie de l'attestation CONSUEL
* Une copie des essais COPREC
* L'ensemble des éléments sera à fournir en 3 exemplaires papiers + 1 exemplaire des plans sur support informatique.
* Les plans informatiques seront au format DWG compatible Autocad 2008 et en pdf. Ces fichiers seront à fournir sur un CD ROM.

Les D.O.E. seront fournis sous forme de classeurs, avec intercalaires permettant le classement des différents documents.

Fourniture du D.I.U.O.

A la fin du chantier, le titulaire du présent lot devra fournir un dossier comprenant sans que cette liste ne soit limitative :

- Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement,
- La liste des matériels installés avec documents techniques,
- Notices d'entretien,
- Un tableau récapitulatif des interventions d'entretien à effectuer contenant la périodicité et les modes opératoires.

NOTA: Cette liste est à compléter avec les demandes du coordonnateur sécurité s'il y a lieu.

L'entreprise adjudicataire du présent lot aura à sa charge :

- tous les frais de contrôle, d'essais et de certificats de conformité.
- toutes les démarches auprès des divers organismes habilités ayant droit de regard sur cette construction.
- toutes les démarches nécessaires auprès du Consuel afin d'obtenir les certificats de conformité de ses installations.

1.13 GARANTIES

Pendant la période séparant l'achèvement des travaux de la réception des installations, l'entreprise en est la seule responsable.

Il est rappelé à l'entreprise, que la période de garantie des appareils débute le jour de la réception et en aucun cas le jour de son installation sur le site.

Pendant une durée minimale d'une année, toutes les installations du présent lot seront obligatoirement garanties à partir du jour de la réception stipulant le parfait achèvement des travaux.

Les clauses définies ci-dessous viennent en complément aux clauses générales du C.C.A.P. L'entrepreneur devra la garantie de ses installations conformément à la réglementation en vigueur.

L'entrepreneur doit la réparation et éventuellement le remplacement (fourniture et pose) gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie, serait reconnu défectueux.

Les défauts constatés ou les accidents survenus sont notifiés à l'entrepreneur pour qu'il puisse entreprendre-les réparations dans le délai fixé par le maître d'ouvrage. Passé ce délai, le maître d'ouvrage

pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entrepreneur, aux réparations nécessaires, sans préjuger des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice dans l'exploitation des installations. Lorsque la réception n'a pu être prononcé, la période de garantie se trouve prolongée d'office jusqu'au jour où la réception est effectivement prononcée.

L'entrepreneur sera responsable de l'application de la garantie de ses fournisseurs.

L'installation du générateur est garantie dans les conditions suivantes :

- **Modules photovoltaïques: Garantie de 90% de la puissance nominale au bout de 10 ans et garantie de 80% de la puissance nominale au bout de 25 ans. Garantie produit de 20 ans.**
- **Onduleurs : 5 ans possibilité de l'étendre à 20ans (supplément)**
- **Etanchéité et structures : 10 ans**
- **Autres composants : 2 ans**
- **Accessoires électriques : 1 an**
- **Garantie étanchéité (Avis technique CSTB)**

2. INSTALLATION PROVISOIRE DE CHANTIER

2.1 INSTALLATIONS DE SECURITE

L'entrepreneur devra tous les dispositifs de sécurité nécessaires à l'exécution de ses travaux.

L'entreprise titulaire du lot prévoira dans son offre les dispositifs nécessaires de sécurité collective et individuelle pour le montage et le levage.

Tous les règlements d'hygiène et de sécurité en application dans la région seront à respecter.

L'entreprise fournira les protections collectives minima suivantes :

- Une ligne de vie sur le faitage du bâtiment
- Les filets de protection
- Balisages des zones d'actions des nacelles
- Platelage provisoire
- Les garde-corps
- L'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

Le personnel de l'entreprise intervenant sur le chantier sera équipé au minimum des protections individuelles suivantes :

- o Lunettes
- o Casques
- o Gants
- o Chaussures de sécurité
- o Harnais "stop chute"

Les coûts de location des engins de levage de type nacelle et monte-charge devront être intégrés à l'offre du présent lot.

Le présent lot devra la mise en place des équipements de sécurité ci-dessus jusqu'à la fin du chantier notamment jusqu'à la réception du lot 14 Photovoltaïque.

En aucun cas le chantier ne devra être interrompu pour défaut de dispositif de sécurité.

L'offre de l'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.
L'entreprise devra se conformer aux recommandations et demandes des Organismes Officiels (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP), du Coordinateur de Sécurité et du Maître d'Œuvre.

2.2 PROTECTION DES OUVRAGES

En dehors des protections imposées par les autres pièces du marché, le titulaire du présent lot devra toutes les mesures nécessaires à la protection des ouvrages aussi bien existants que de ceux réalisés par l'entreprise.

Le matériel installé est sous la responsabilité de l'entrepreneur tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

3. COMPTAGE EDF - ORIGINE DES INSTALLATIONS

3.1 GENERALITES

L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques sera injectée en totalité sur le réseau de distribution public ERDF.

L'origine des installations électriques du système photovoltaïquesera un branchement individuel E.R. D.F. à puissance limitée (Tarif bleu) à créer.

L'ensemble de la distribution pour le système photovoltaïque sera réalisée depuis le tableau TD PV situé dans un placard technique fermé par une serrure de type carré creux 7mmx7mm.

Type d'abonnement	Tarif Bleu 6kVA
Caractéristiques de l'abonnement	A définir par ERDF
Régime de neutre	T.T.
Caractéristiques	230 - 410 V / 50 Hz
Liaison d'alimentation depuis le coffret	A définir par ERDF
Position du tableau de comptage	A définir par ERDF

3.2 TRAVAUX A LA CHARGE D'E.R.D.F.

En attente d'études ERDF.

3.3 TRAVAUX A LA CHARGE DU PRESENT LOT

- Le disjoncteur de branchement de type BACO bipolaire – réglable de 15 à 45A - 500mA sélectif de type SCHNEIDER réf : 13120 => réglage du disjoncteur à 30A (implantation à définir ultérieurement avec ERDF),
- **La réalisation du raccordement électrique organisé par ERDF n'étant pas connu au moment de l'appel d'offre, il sera chiffré par avenant ultérieurement.**

Le répartiteur du TD PV sera dimensionné pour 45A (pour limiter les pertes).

4. CIRCUIT DE TERRE

4.1 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

L'origine du réseau de terre sera une barrette de coupure située dans le placard TD PV à proximité du tableau.

Le titulaire du présent lot devra :

- Réalisation des liaisons équipotentielles depuis la barrette de terre en parallèle des chemins de câbles jusqu'à la structure d'intégration des modules par câble cuivre nu 25mm²,
- L'interconnexion de l'arrivée du fond de fouille de l'extension et la barrette de
- Réalisation des liaisons équipotentielles des panneaux photovoltaïque er rail de fixation par tresse 6mm² cuivre nu ou isolé,
- Raccordement de la structure d'intégration des modules, des éléments de la charpente métallique, le coffret de jonction DC, de l'onduleur, des parafoudres AC et DC et du TD PV àpar la liaison équipotentielle principale (en parallèle des chemins de câbles),
- Vérification de la mise à la terre de l'ensemble de l'installation photovoltaïque y compris de la structure d'intégration des module
- La fourniture et la mise en place des tresses de terre sur la structure d'intégration

5. EQUIPEMENTS DU GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE

5.1 GENERALITES

A la charge du présent marché :

- Les rebouchages des réservations électriques.
- Les études de conception et d'exécution
- Les plans et les schémas unifilaires
- Une nomenclature détaillée des équipements et matériels
- Fourniture la pose et les raccordements électriques des modules photovoltaïques.
- Etant dans le cas d'une installation de capteurs intégrés en toiture, le générateur devra être éligible à la prime à l'intégration au bâti.

Localisation : Toiture de l'extension orientée Sud
–

5.2 MODULES PHOTOVOLTAIQUES

L'entrepreneur devra la fourniture et la pose des modules photovoltaïques, sur l'ensemble du pan sud de l'extension y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système. Les modules seront tous orientés dans la même direction (Sud) et incliné à 30°.

Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise, chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test performance.

Les liaisons électriques seront effectuées à l'aide de connecteurs rapides avec détrompeurs type TYCO MC4 facilement démontables équipant les modules pré-équipés.

Le générateur en intégration toiture aura une puissance d'environ 6000 Wc.

Le système sera composé de modules photovoltaïques utilisant la technologie des cellules monocristallines à haut rendement (15% sous 1000W/m² et une température 25℃).

CARACTÉRISTIQUES :

- Puissance nominale (Pmax) : 250 Wc
- Tolérance puissance : 0 /+ 2 %
- garantie produits : 20 ans
- garantie de performance : 90 % de la puissance : 10 ans
- garantie de performance : 80 % de la puissance : 25 ans

CONTRAINTES PHYSIQUES

- Températures de fonctionnement et de stockage de - 40 ℃ à + 85 ℃
- Résistance à l'impact grêle : 25 mm de Ø avec une vitesse d'impact de 83 km/h

SPÉCIFICATIONS MÉCANIQUES :

- Dimensions (mm) : 1644 x 986 x 4,6
- Poids net (Kg) : 18
- Cellules 60 cellules (156 x 156 mm) connectées en séries
- Câbles de sortie : câbles de 4 mm2 de diamètre munis de connecteurs compatibles MC4 polarisés et résistants aux conditions extérieures. Longueur 1000 mm (-) et 1000 mm (+)
- 3 diodes by-pass
- Construction : face avant : verre trempé à faible teneur en fer et face arrière : TPT noir

SPÉCIFICATIONS ELECTRIQUES :

- Voltage à Pmax (Vmp) : 31,10 V

- Courant à Pmax (Imp) : 8,05 A
- Intensité de court-circuit (Isc) : 8,57 A
- Voltage de circuit ouvert (Voc) : 38,30 V
- Coefficient de température à Isc : +0,04 % / ℃
- Coefficient de température à Voc : -0,33 % / ℃
- Coefficient de température à Pmax : -0,410 % / ℃
- Voltage maximum admissible : 1000 V
- NOCT (Air 20 ℃ ; irradiation 0,8 Kw/m2, vent 1m/s) : 45℃ +/-2℃
- Rendement module : 15,0 % aux Conditions Standard de Test (STC) - irradiation (1000 W/m2), spectre de luminosité (AM1.5G), température 25℃ se lon norme EN60904-3

Ils seront de marques CLIPSOL référence : mono noir PV250 ou techniquement équivalent
Quantité : 24 unités

5.3 FIXATIONS ET POSE DES MODULES EN TOITURE

Travaux à prévoir :

- La définition des différents calepinages possibles des 24 modules photovoltaïques,
- Fourniture et pose du kit d'intégration complet pour l'intégration des panneaux photovoltaïques dans la toiture et la pose des 24 panneaux photovoltaïques de marque CLIPSOL GDF SUEZ référence SOLELIS 250Wc Tuile Fo. Le système d'intégration sera sous avis technique du CSTB et sera dans la liste des systèmes validés par le CEIAB.
  Le système comprendra :
  - Les profilés support module et pareclose ,
  - Mise en place de voliges ou de chevrons nécessaires à la pose des panneaux
  - La pose des joints entre les panneaux
  - Les abergements latéraux, capote, bavette souple,
  - Les ensembles de boulonnerie/visserie inox et protections complémentaires
  - Les tresses de terre inter-structure
  - Structure et abergements périphériques avec tôleries, équipements et accessoires en aluminium laqué gris (RAL 7016) pour les parties visibles.
  - Garantie 20 ans

- La structure d'intégration sera fixée sur la charpente bois. La charpente concernée par les travaux aura été au préalablement validée par un bureau de contrôle. Les reprises de charge seront uniquement réalisées sur la structure porteuse (pannes).
- L'Etanchéité sous les panneaux photovoltaïques est réalisé par un film pare-pluie fourni et posé par le lot n°04 « couvertures ardoises et zinc »
- Etanchéité garantie par la décennale du fabricant
- Fourniture et pose de l'ossature/profilé secondaire
- Fourniture et pose de bavettes supérieures et inférieures des capteurs solaires permettant les raccordements à la toiture et entre panneaux
- Etant dans le cas d'une installation de capteurs intégrés en toiture, le générateur devra être éligible à la prime à l'intégration au bâti.
- Le présent lot devra prévoir dans son offre le contrôle des installations de sécurité par un organisme agréé.
- La mise hors d'eau : l'entrepreneur devra maintenir en permanence le bâtiment hors d'eau et ce durant toute la durée du chantier.
- Toutes les précautions seront prises pour assurer la libre dilatation des capteurs photovoltaïques. Outre l'avis technique concernant les châssis support des capteurs et leur fixation sur l'ossature du bâtiment, l'entreprise devra fournir une note de calculs détaillée justifiant la solidité de l'ouvrage en fonction des conditions climatiques.
- Principe de ventilation haute et basse sous l'ensemble des panneaux photovoltaïques à la charge du présent lot (compris note de calculs)
- Toutes finitions, compris interventions en coordination avec le lot couverture

Nota :

- Mise en œuvre selon prescriptions DTU, avis technique du fabricant et avis du couvreur
- Le présent lot se mettra en relation avec le titulaire du lot charpente/couverture afin de réaliser un plan précis et détaillé de charpente/toiture, avec notamment la réalisation des chevrons nécessaires à la pose des capteurs et les sujétions de pose, des raccordements avec la toiture

pour tous les abergements, le poids, … et pour présence d'assistance technique lors de la réalisation de la charpente/couverture pour la mise en place des panneaux photovoltaïques.

- Le présent lot devra l'assistance technique lors de la réalisation de la charpente/volige pour la mise en place des panneaux
- Position, type de modules et quantité des panneaux à ajuster en fonction de l'ensemble des paramètres afin d'obtenir le maximum de puissance crête.

5.4 ETANCHEITE

La couverture que constituent les capteurs solaires ainsi que les abergements périphériques doivent assurer une étanchéité parfaite du bâtiment et respecter les règlements « neige et vent » en vigueur au lieu d'implantation et elle comportera les adaptations nécessaires aux passages des câbles. Les panneaux devront être sous avis technique CSTB et mis en œuvre dans els conditions de AT pour garantir l'étanchéité.

L'Etanchéité sous les panneaux photovoltaïques est réalisé par un film pare-pluie fourni et posé par le lot n°04 « couvertures ardoises et zinc » compatible av ec la mise en oeuvre des panneaux. La mise en place de l'écran sera effectuée dans les conditions prévues par l'avis technique CSTB des panneaux.
L'adjudicataire du présent lot veillera à ce que les eaux pluviales soient correctement évacuées des panneaux photovoltaïques et / ou de la structure d'intégration. En particulier, il veillera à ce que les câbles et les équipements ne gênent pas les écoulements et ne soient pas source d'accumulation de déchets.

L'étanchéité entre la couverture en ardoises et les abergements périphériques sont à la charge du lot n°04 « couvertures ardoises et zinc » par le recouvrement en ardoises des abergements et toutes autres étanchéités nécessaires au parfait achèvement.

5.5 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

L'origine du réseau de terre sera une barrette de coupure située dans le placard TD PV à proximité du tableau.
Le titulaire du présent lot devra :

- La mise en place d'une barrette de terre de type COSGA ou équivalente démontable seulement au moyen d'un outil à prévoir à proximité du TD PV.
- Réalisation des liaisons équipotentielles depuis la barrette de terre en parallèle des chemins de câbles jusqu'à la structure d'intégration des modules par câble cuivre nu 25mm²,
- L'interconnexion de l'arrivée du fond de fouille de l'extension et la barrette de
- Réalisation des liaisons équipotentielles des panneaux photovoltaïque er rail de fixation par tresse 6mm² cuivre nu ou isolé,
- Raccordement de la structure d'intégration des modules, des éléments de la charpente métallique, le coffret de jonction DC, de l'onduleur, des parafoudres AC et DC et du TD PV à par la liaison équipotentielle principale (en parallèle des chemins de câbles),
- Vérification de la mise à la terre de l'ensemble de l'installation photovoltaïque y compris de la structure d'intégration des modules

5.6 ONDULEUR

Un onduleur 6kVA permettra la conversion de l'énergie continue (DC) fournie par panneaux photovoltaïques en énergie alternative pour l'injection sur le réseau ERDF.

Il aura les caractéristiques suivantes :

Entrée DC

Puissance maximale DC pour cos φ = 1	6 300 W
Tension d'entrée maximale*	600 V
Plage de tension MPP	246 V à 480 V
Tension d'entrée assignée	246 V
Tension d'entrée minimum	211 V
Tension d'entrée démarrage	300 V
Courant d'entrée maximal	26 A
Courant d'entrée maximal par string	26 A
Nombre d'entrées MPP indépendantes	1
Strings par entrée MPP	4

* La tension maximale en circuit ouvert qui peut survenir à une température de cellule de – 10 °C ne doit pas dépasser la tension d'entrée maximale.

Sortie AC

Puissance assignée pour 230 V, 50 Hz	6 000 W
Puissance apparente AC maximale	6 000 VA
Tension de réseau assignée	230 V
Tension nominale AC	220 V/230 V/240 V
Plage de tension AC	160 V à 265 V
Courant nominal AC pour 230 V	26 A
Courant nominal AC pour 240 V	25 A
Courant de sortie maximal	26 A
Taux de distorsion harmonique du courant de sortie pour une tension AC < 2 % et une puissance AC > 50 % de la puissance assignée	≤ 3 %
Fréquence de réseau assignée	50 Hz
Fréquence du réseau AC	50 Hz/60 Hz
Plage de travail pour une fréquence du réseau AC de 50 Hz	44 Hz à 55 Hz
Plage de travail pour une fréquence du réseau AC de 60 Hz	54 Hz à 65 Hz
Facteur de déphasage, réglable*	$0{,}8_{capacitif}$ à $0{,}8_{inductif}$
Facteur de puissance pour la puissance nominale AC**	1
Phases d'injection	1
Phases de raccordement	1
Catégorie de surtension selon IEC 60664-1	III

* Vaut pour SMC 6000A-11
** Vaut pour SMC 6000A

Rendement

Rendement maximal, η_{max}	96,1 %
Rendement européen, η_{EU}	95,3 %

Données générales

Largeur x hauteur x profondeur, avec Electronic Solar Switch	468 mm x 613 mm x 242 mm
Poids	63 kg
Longueur x largeur x hauteur de l'emballage	396 mm x 803 mm x 596 mm
Poids de transport	68 kg
Catégorie climatique selon CEI 60721-2-1	4K4H
Plage de température de fonctionnement	− 25 °C à +60 °C
Valeur maximale admissible d'humidité relative de l'air, sans condensation	100 %
Altitude max. d'exploitation au-dessus du NMM	2000 m
Émission sonore (typique)	≤ 42 dB(A)
Puissance dissipée en mode nocturne	0,25 W
Topologie	Transformateur basse fréquence
Principe de refroidissement	OptiCool
Raccordement du ventilateur	conçu comme déconnexion sécurisée selon DIN EN 50178:1998-04
Indice de protection électronique selon CEI 60529	IP65
Classe de protection conformément à CEI 62103	I

Protections intégrées à l'onduleur :

Protection contre les inversions de polarité DC	Diode de court-circuit
Point de déconnexion côté entrée	Electronic Solar Switch
Protection contre les surtensions DC	Varistances à surveillance thermique
Résistance aux courts-circuits AC	Régulation du courant
Surveillance du réseau	SMA Grid Guard 2.1
Ampérage max. autorisé du fusible	40 A
Surveillance du défaut à la terre	Surveillance d'isolement : R_{iso} > 1MΩ
Séparation galvanique	présente

Localisation : au-dessus du TD PV.
Garantie constructeur de 5 ans avec possibilité d'extension de garantie.

Il sera de marque SMA de type SUNNY Mini Central 6000A.

5.7 COFFRET DE PROTECTION AC/DC (TD PV)

Il sera mis en place dans le **placard technique,** un tableau électrique basse tension TD PV reprenant l'ensemble des protections de la centrale photovoltaïque.

Ce tableau comprendra:

- Le disjoncteur de branchement SCHNEIDER 2P réglable 15 – 45A, avec déclencheur voltmétrique à manque de tension MnX et contacts O+F,
- 1 disjoncteur bipolaire 10A 300mA, protection de la bobine MNx (amont de l'interrupteur générale),
- 1 disjoncteur bipolaire 6A 300mA, protection du voyant présence de tensionAC (aval de l'onduleur),
- 1 disjoncteur bipolaire 6A courant continu, protection du voyant présence de tensionDC (amont de l'onduleur),
- 1 disjoncteur bipolaire 20A 300mA, protection du parafoudre DC,
- 1 disjoncteur bipolaire 20A 300mA, protection du parafoudre AC,
- 2 disjoncteursbipolaires 16A courant continu(Umax = 1000V), protection DC des 2 strings photovoltaïques,
- 1 sectionneurbipolaire 32A courant continu (Umax = 1000V), sectionnement DC des 2 strings en amont de l'onduleur avec déclencheur voltmétrique à manque de tension MnX,
- 1 disjoncteur bipolaire 32A 30mA**super immunisé**, protection AC en aval de l'onduleur,
- 1 voyant présence tension AC sur la façade du tableau,
- 1 voyant présence tension DC sur la façade du tableau,
- Les 2 parafoudres AC et DC de type 2 avec indicateur

- le collecteur de terre (dimensionné pour 1 câble par borne),
- les bornes de raccordement en partie haute,

Le tableau sera inséré dans une armoire à plastron sans porte.

Cette armoire sera constitué d'une ou plusieurs cellule préfabriquée, et composée au minimum de :

- 1 travée formant 426 mm de largeur avec borniers en partie haute.
- Son enveloppe satisfait à l'essai au fil incandescent défini dans la norme NF EN 60695-2-11 (décembre 2001), la température du fil incandescent étant de 750 ℃, si chaque appareillage satisfait à la même condition

Nota important : le placard ne permet pas d'intégrer un tableau électrique plus large !

Le schéma du tableau et le synoptique de l'installation photovoltaïque sera placé dans un porte document fixé sur la porte du placard.

Le châssis et l'armoire métallique seront mis à la terre.

Marque SCHNEIDER de type PRAGMA EVOLUTION ou équivalent.

Les liaisons entre sol/plafond et l'armoire seront réalisées sur chemins de câble de marque OB PROFIL ou équivalent.

5.7.1 CABLAGES ET RACCORDEMENTS

Les liaisons seront réalisées en conducteur souple isolé type HO7VK. Elles seront groupées dans des goulottes en matière plastique avec couvercle agrafé.

Les raccordements des conducteurs de section au plus égale à 25 mm² devront être réalisés par l'intermédiaire de bornes fixées sur barreau DIN. Sur chaque borne ne devront pas être raccordés plus de deux fils. De plus il sera fait usage d'embouts de câblage genre Télémécanique ou similaire. Ces bornes seront de marques WAGO ou équivalent.

Les départs seront regroupés sur un bornier. Les conducteurs de protection seront raccordés à proximité des conducteurs actifs correspondants au moyen de bornes appropriées ou cosses serties raccordées sur le collecteur de terre du tableau.

La borne d'arrivée du collecteur de terre général sera clairement repérée et chaque conducteur de protection sera issu d'une borne individuelle.

Tous les circuits divisionnaires seront protégés par des disjoncteurs modulaires magnéto-thermiques.

5.8 <u>COUPURE ELECTRIQUE TD PV</u>

Pour le tableau TD PV, il sera prévu la fourniture et la pose d'une coupure électrique type déclencheur manuel à membrane déformable avec voyants à leds rouge et vert de type 38006 - LEGRAND ou équivalent.

Cette commande agira sur l'alimentation des bobines à manque de tensionMnX du disjoncteurde branchement et du sectionneur DC pour couper l'alimentation amont et aval de l'onduleur.

La coupure devra agir au plus près de la sortie des panneaux, de façon qu'il n'y ait pas de courant résiduel dans le bâtiment après action sur la coupure.

Cette coupure sera alimentée depuis le TD PV par câble U1000 R02V 7G1, 5mm² posé sous conduits encastrés ICTA ø 25.

Elle sera identifiée par une étiquette gravée et rivetée sur le coffret « COUPURE ELECTRIQUE TABLEAU PHOTOVOLATQIUE » et avec une étiquette indiquant qu'il existe 2 sources de tension dans le bâtiment.

Elle sera posée à proximité de la coupure générale de l'établissementà une hauteur de 2,30m afin de la rendre inaccessible au public.

5.9 DISTRIBUTION

5.9.1 Chemins de câbles

Le présent lot aura à sa charge la fourniture et la pose des chemins de câbles nécessaires à son lot.

Les chemins de câbles seront de marque OB PROFILS ou équivalent.

Il sera prévu au minimum :

- 1 Chemin de câble photovoltaïque différent des chemins de câbles du lot 7 Electricité,

Les chemins de câbles courants forts seront de type **fil d'acier soudés**. Leur finition sera déterminée en fonction de l'environnement dans lequel ils seront posés.

Ainsi l'ensemble des chemins de câbles mis en place seront de type EZ (électrozingué) après fabrication.

Les accessoires et supports de ces chemins de câbles devront avoir la même finition que le chemin de câbles.

Les chemins de câbles seront implantés dans les faux plafonds et seront dimensionnés de manière à obtenir 20 % de place disponible.

Un espace minimum de 30 centimètres devra obligatoirement être maintenu entre les chemins de câbles du lot 7 Electricité.

Il sera procédé à l'interconnexion des chemins de câbles métalliques et à leur mise à la terre par câble de cuivre nu 25 mm² (en parallèle du chemin de câble). Chaque élément de chemins de câble sera relié au cuivre nu 25 mm² par crapauds de terre.

Les câbles seront fixés sur ceux-ci par colliers RILSAN. Ils seront placés de manière à permettre la dépose ou la pose de l'un d'entre eux sans procéder à la dépose des câbles immédiatement voisins.

Tous les raccordements se feront dans des distributeurs ou des boîtes largement dimensionnées et toujours visitables. Aucune épissure ne sera tolérée.

Toutes les boîtes de dérivation seront regroupées sur le chemin de câbles avec étiquette de repérage en dessous du chemin de câbles.

Les boîtes de dérivation seront différenciées par les lettres « L » pour la lumière, « PC »pour les prises de courant et « F » pour la force.

5.9.2 Passage sous tubes encastrés ou apparents

Le type des tubes sera conforme à la norme suivant le type de pose et d'encastrement.

La section des tubes sera choisie de façon à permettre de retirer aisément les conducteurs ou d'en ajouter éventuellement deux et ce par rapport au nombre imposé dans la NFC 15.100.

Les conducteurs seront posés après mise en place des tubes, il sera donc prévu en conséquence des boîtes de tirage où cela s'avère nécessaire.

Il sera prévu une protection complémentaire dans les traversées et passages.

Tous les fourreaux et tubes sont dus par l'entrepreneur du présent lot.

Les fourreaux et gaines d'encastrement aboutiront toujours sur des boîtes ou pots de réservation encastrés normalisés équipés de tous leurs accessoires.

Nota : les gaines utilisées seront de couleurs différentes selon l'utilisation, (bleu pour les courants forts).

5.9.3 Canalisations

Le présent lot sera attentif au respect de la norme UTE C 15-520 guide pratique "canalisations, modes de pose, connexions".

Il sera obligatoirement utilisé les couleurs conventionnelles, et toutes les canalisations devront comporter un conducteur de protection vert/jaune. Dans tous les cas, la section des conducteurs sera conforme à la NFC 15.100 suivant :

- l'intensité à véhiculer,
- le type de câble,
- le mode de pose,
- la température ambiante.

La section des câbles est calculée de telle façon que la chute de tension dans le conducteur alimentant le point d'utilisation le plus défavorisé n'atteigne pas :

- 1 % pour la partie DC (amont de l'onduleur).
- 1 % pour la partie AC (aval de l'onduleur).

En aucun cas la section des conducteurs ne sera inférieure à :

- Câbles rouges 6 mm² PV1-F résistant aux UV (Umax=1000V) pour les polarités positives (+) entre les strings et le coffret TD PV.
- Câbles noirs 6 mm² PV1-F résistant aux UV (Umax=1000V) pour les polarités négatives (-) entre les strings et le coffret TD PV.
- Câbles rouges 6 mm² PV1-F résistant aux UV (Umax=1000V) pour les polarités positives (+) entre le coffret TD PV et l'onduleur (côté DC).
- Câbles noirs 6 mm² PV1-F résistant aux UV (Umax=1000V) pour les polarités négatives (-) entre le coffret TD PV et l'onduleur (côté DC).
- Câbles3G6 U1000RO2V entre l'onduleur (côté AC) et le coffret TD PV.

Les câbles et les gaines seront de type non propagateur de la flamme.

5.9.4 CONNECTEURS RAPIDES DC

Le présent lot prévoira la fourniture et la pose de connecteur de marque TYCO de type MC4 pour le raccordement des câbles sur les modules photovoltaïques et sur l'onduleur.

Il faudra prévoir les connecteurs mâles et femelles ainsi que la pince de sertissage adaptée TYCO.

5.9.5 ETIQUETTAGE

Le présent lot prévoira la fourniture et la pose de connecteur de marque TYCO de type MC4 pour le raccordement des câbles sur les modules photovoltaïques et sur l'onduleur.

Il faudra prévoir les connecteurs mâles et femelles ainsi que la pince de sertissage adaptée TYCO.

6. TRAVAUX FIN DE CHANTIER

* Enlèvement de tous les gravats et nettoyage du chantier
* Percements, rabouchage, scellements, plâtre, ciment, colliers, raccords, supports, fixations, mastic, étanchéité, mousse coupe-feu etc.
* Nettoyage des modules photovoltaïques avant la mise en service du générateur avec jet d'eau
* PV d'essais et de mise en service du générateur photovoltaïque (maintien des modules, mises à la terre, mesures des tensions et courants : en amont de l'onduleur, en aval de l'onduleur, aux 2 entrées du coffret DC…)
* Les PV de classement des matériaux et matériels installés
* Paramétrage du thermostat d'ambiance suivant les souhaits du maître d'ouvrage
* Repérage de tous les circuits
* Ensemble des documents demandés dans les pièces contractuelles (notices, plans, schémas, DOE, DIUO, etc.).
* Les limites de fonctionnement normal du système
* Les consignes d'entretien les instructions pour le diagnostic des pannes courantes

7. OPTION – ACQUISITION DE DONNEES

Le présent lot chiffrera l'installation d'un système d'acquisition de données permettant le suivi de l'installation photovoltaïque. Ce système permet d'enregistrer l'évolution des paramètres de fonctionnement mesurés par les onduleurs.

Deux types de mesures sont enregistrées :
- celles permettant le contrôle de la production de l'installation (historique de production)
- celles pour faciliter la maintenance (mesures instantanées et indicateurs de pannes)

Les autres informations et cumuls sont récupérables sur PC par liaison locale ou modem.

Le système d'acquisition de données permet de faire un suivi, au minimum de :
- la puissance, la tension et la fréquence en sortie de l'onduleur,
- la puissance, la tension en entrée de l'onduleur,
- l'énergie produite,
- les alarmes de fonctionnement.

L'ensemble de ces données doit être enregistré au minimum chaque jour, les valeurs instantanées caractéristiques retenues seront clairement indiquées (moyennes, extrêmes, cumul).

La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera compatible avec la fréquence de passage des agents de maintenance (au minimum tous les 12 mois).

Les informations devront pouvoir être récupérées localement par décharge de la mémoire sur tout support adapté.

La fourniture du système d'acquisition de données doit inclure la fourniture d'un logiciel permettant le transfert et l'exploitation des données sur un PC ou un écran LCD.

L'éventuel surcoût engendré par la fourniture des programmes informatiques permettant l'exploitation des données doit être pris en compte dans le montant de la fourniture des acquisitions de données.

Un modem doit pouvoir être connecté directement sur le système d'acquisition (sans aucune modification supplémentaire du système) pour permettre un éventuel traitement des informations à distance.

Le système d'acquisition de données sera de marque SMA et compatible avec l'onduleur.