

# **CARPORT PHOTOVOLTAIQUE DU VICE-RECTORAT**

---

**LOT 13B : EQUIPEMENTS  
PHOTOVOLTAIQUES**

---

**DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES**

---

**Pièce n° 03 – Cahier des Clauses Techniques  
Particulières (C.C.T.P.)**

## TABLE DES MATIERES

<b>0</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>CONSISTANCE DES TRAVAUX</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>TRAVAUX PRELIMINAIRES :</b>	<b>11</b>
2.1	INSTALLATION DE CHANTIER ET DE SECURITE.	11
2.2	DOSSIER TECHNIQUE ADMINISTRATIF, PLAN D'EXECUTION, DOE	11
<b>3</b>	<b>INSTALLATIONS PHOTOVOLTAIQUES :</b>	<b>12</b>
3.1	MALT ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES	19
3.2	PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES ET STRUCTURE PORTEUSE	20
3.3	COFFRETS DE PROTECTION AC/DC	21
3.4	ONDULEURS PV	22
3.5	CABLAGE AC	24
3.6	CABLAGE DC	25
3.7	CHEMINEMENT DES CABLES	26
3.8	CARPORT PV 10 PLACES	27
3.9	EQUIPEMENT DE SURVEILLANCE ET DE CONTROLE	27
3.10	ATTESTATION DE CONFORMITE PHOTOVOLTAÏQUE	28
3.11	CONTRAT DE MAINTENANCE ANNUEL (POUR MEMOIRE)	29
<b>4</b>	<b>TRAVAUX ELECTRIQUE</b>	<b>30</b>
4.1	EQUIPEMENT DE LA LOGETTE DE COMPTAGE	31
4.2	TABLEAU ELECTRIQUE	31
4.2.1	TGBT	31
4.2.2	TD CAFE FALE	32
4.2.3	TD UNC	32
4.2.4	RECONSTITUTION DE LA CLASSE 2 SUR BORNES AMONT D'UN DISJONCTEUR OU INTERRUPTEUR	33
4.3	CABLES BT	33
4.3.1	4x95MM <sup>2</sup> U1000AR2v	33
4.3.2	4x70MM <sup>2</sup> U1000AR2v	33
4.3.3	4x50MM <sup>2</sup> U1000AR2v	33
4.3.4	4x35MM <sup>2</sup> U1000AR2v	33
4.3.5	4x16MM <sup>2</sup> U1000AR2v	34
4.4	RECUPERATION DES CABLES EXISTANTS	34
4.5	MALT	34
4.5.1	TERRE DES MASSES DU TGBT	34
4.5.2	TERRE DES MASSES DE LA LOGETTE DE COMPTAGE	34
4.5.3	TERRE DU NEUTRE DE LA LOGETTE DE COMPTAGE	34
<b>5</b>	<b>TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES VRD</b>	<b>35</b>

<b>5.1</b>	<b>IMPLANTATION, PIQUETAGE ET RECOLEMENT</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>FOUILLES EN TRANCHEES</b>	<b>36</b>
<b>5.3</b>	<b>LIT DE POSE ET REMBLAIEMENT DE CALAGE EN SABLE OU POUSSIER</b>	<b>37</b>
<b>5.4</b>	<b>REMBLAIEMENT DES FOUILLES</b>	<b>37</b>
<b>5.5</b>	<b>EVACUATION DES DEBLAIS</b>	<b>37</b>
<b>5.6</b>	<b>ENROBAGE BETON</b>	<b>37</b>
<b>5.7</b>	<b>FOURREAUX ET GRILLAGE AVERTISSEUR</b>	<b>37</b>
5.7.1	TPC Ø110 ROUGE	38
5.7.2	TPC Ø63 ROUGE	38
5.7.3	GRILLAGE AVERTISSEUR	38
<b>5.8</b>	<b>REPRISE D'ENROBE OU DE BETON</b>	<b>38</b>
<b>5.9</b>	<b>CHAMBRE DE TIRAGE</b>	<b>38</b>
5.9.1	CHAMBRE E2	38
5.9.2	CHAMBRE E3	38
<b>5.10</b>	<b>MURET TECHNIQUE</b>	<b>38</b>
5.10.1	MURET TECHNIQUE M1	39
<b>5.11</b>	<b>LOGETTE DE COMPTAGE/TGBT</b>	<b>39</b>

## 0 GENERALITES

Le présent cahier des clauses techniques particulières a pour objet de décrire tous les ouvrages, matériels, matériaux et mise en œuvre pour la réalisation d'une installation photovoltaïque en autoconsommation sans stockage pour le Vice-Rectorat à Mata-Utu. Il comprend également les ouvrages électriques et infrastructures VRD pour le regroupement des comptages des différents sites de la zone sur un comptage unique.

Le projet de centrale photovoltaïque sans stockage unique porte sur une puissance de 34.8kWc en toiture d'un carport réalisé sur 10 places. La réinjection du surplus n'est pas autorisée par le concessionnaire EEWF.

Les travaux intègrent la modification de l'infrastructure BT du site permettant le regroupement de 8 comptages sur un comptage à puissance surveillé commun.

Les travaux du présent lot devront être conformes notamment :

- aux normes et DTU en vigueur,
- aux spécifications de mode d'emploi des fabricants,
- aux réglementations d'hygiène et de sécurité,
- aux règles de l'art.

### A - ETENDUE DES TRAVAUX :

- La fourniture, pose et raccordement des modules photovoltaïques inclus structures porteuses fixées sur toiture,
- Le câblage DC inclus connecteurs,
- La fourniture, pose et raccordement des onduleurs,
- La fourniture, pose et raccordement de la borne de recharge
- Le cheminement des câbles AC sur chemin de câble inclus capotage en extérieur,
- Le câblage AC,
- La réalisation des tableaux électriques terminaux,
- La modification des tableaux existants,
- les travaux d'infrastructure VRD,
- La MALT et liaisons équipotentielle,
- La fourniture et pose des équipements de sécurité,
- La mise en œuvre d'un système de supervision accessible uniquement sur le réseau local de site.
- Les saignées murales sans affaiblir les éléments porteurs, leurs rebouchages au mortier de ciment et de toutes les réservations, les percements et tranchées propres au présent lot. Les scellements et fixations.
- Le repérage de l'installation dans les tableaux par étiquettes gravées vissées ou rivetées.
- La signalétique dans les pièces (panneaux écriteaux).

- Tous les essais et opérations de contrôle relatifs aux matériaux, appareils et installation, ainsi que l'assistance et la fourniture du matériel nécessaire au contrôle.
- Toutes les sujétions permettant d'assurer une bonne coordination entre les intervenants chargés de l'exécution du chantier.
- La réalisation des démarches administratives envers les concessionnaires ENERCAL et la DGAC,
- Les études d'exécution et dimensionnement nécessaires à la validation des éléments de fondation et de structure par le bureau de contrôle missionné par le maître d'ouvrage.
- Les plans de récolements en trois (3) exemplaires dont un restant sur le site : des plans et schémas indiqués au chapitre C ci-dessous. Les boîtes de dérivations devront impérativement figurer sur ces plans.
- Et d'une manière générale, tous les travaux non explicitement décrits, mais nécessaires au complet et parfait achèvement des travaux du présent Article.

#### B - NORMES ET REGLEMENTATIONS :

- En règle générale toutes les normes et réglementations françaises sont applicables, et entre autres celles éditées par l'UNION TECHNIQUE de L'ELECTRICITE (U.T.E.). Les textes et guides non homologués de l'U.T.E seront applicables en tant que règles de l'Art ; il en sera de même des DOCUMENTS TECHNIQUES UNIFIES (D.T.U.) édités par le CENTRE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE du BATIMENT (C.S.T.B.)
- En particulier, seront appliqués (liste non exhaustive) :

NF EN 50380 (C 57-201) : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques

NF EN 60269-1-6 : Fusibles basse tension - Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque.

NF EN 50380 : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques

NF EN 50521 : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais

NF EN 60947-1-2-3 : Appareillage basse tension – Partie 1 : Règles générales – Partie 2 : Disjoncteurs – Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles

NF EN 61000-1-2-3 : Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal à 16 A par phase).

NF EN 61439 : Ensembles d'appareillages à basse tension

NF EN 61643-11 (C 61-740) : Parafoudres basse-tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension - Prescriptions et essais

NF EN 61646 (C57-109) : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation

NF EN 61730-1 (C 57-111-1) : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1: Exigences pour la construction

NF EN 61730-2 (C 57-111-2) : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2: Exigences pour les essais

NF EN 62262 (C20-015) : Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)

NF EN 62305-1 (C17-100-1) : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux

NF EN 62305-2 (C17-100-2) : Protection contre la foudre - Partie 2 : Évaluation du risque

NF EN 62305-3 (C17-100-3) : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains

NF C 14-100 : Installations de branchement à basse tension

NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension

NF C 17-100 : Protection contre la foudre - Protection des structures contre la foudre - Installation de paratonnerres

NF C 17-102 : Protection contre la foudre - Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage

UTE C 15-105 : Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques

UTE C 15-400 : Guide pratique – Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution

UTE C 15-443 : Choix et mise en œuvre des parafoudres basse tension

UTE C 15-520 : Guide pratique : Canalisations - modes de pose – connexions

UTE C 15-712-1 : Guide Pratique : Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution

UTE C 18-510-1 : Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique

UTE C 61740-52 : Parafoudres basse tension Parafoudres pour applications spécifiques incluant le courant continu - Partie 52: Principes de choix et d'application – Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques

DIN VDE 0126-1-1 : Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension

**NOTA** : Textes publiés au J.O.N.C.

Règlement de sécurité contre l'incendie :

- Délibération n° 29-2000 APS du 18 octobre 2000 modifiée relative à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public, et circulaires d'application.

**- Avis de la CSS du 7 Février 2013.**

**NOTA** : Arrêtés parus au J.O.N.C. et au J.O.R.F. de la République Française.

C – DOCUMENTS A RENDRE A L'APPEL D'OFFRES :

Les documents cités ci-après seront obligatoirement joints à l'offre :

- un devis qualitatif complété, chiffré (DPGF).

- une documentation technique, avec photocopies, détaillant toutes les caractéristiques des matériels présentés par l'Entrepreneur dans l'hypothèse où ceux-ci différeraient de ceux proposés par la maîtrise

d'œuvre. En cas de désaccord, la maîtrise d'œuvre se réserve le droit d'imposer le matériel décrit au CCTP.

- **Une note technique incluant le plan d'implantation des panneaux, la puissance totale de l'installation, le nombre et le type d'onduleur, le nombre de chaîne, les protections, une estimation du productible réalisée avec un logiciel dédié type PVSYST ou équivalent.**

- **Une documentation prouvant la résistance de la structure porteuse et des panneaux photovoltaïques aux vents cycloniques (zone 5)**

#### D - PLANS - SCHEMAS – ETUDES :

**Les plans et schémas joints au présent dossier sont donnés à titre indicatif, à la suite d'un prédimensionnement afin de permettre à l'entrepreneur de faire son étude et de remettre un prix.**

**L'entrepreneur, lors de la remise de son offre, chiffrera la solution qu'il propose pour répondre aux besoins exprimés dans le présent CCTP.**

L'entrepreneur devra remettre avant exécution des travaux :

- un plan d'implantation des appareils avec tracés des canalisations avec type et nombre de conducteurs,
- un plan et schéma détaillé de chaque armoire ou coffret de distribution avec nomenclature,
- des plans détaillés des structures du local onduleur,
- les caractéristiques de tous les équipements,
- ses notes de calculs
- les plans de réservations
- les carnets de câbles.
- le calcul des chutes de tension
- le calcul des courants de court-circuit
- Les notices de fonctionnement et d'entretien des appareillages mis en œuvre.

Lors de la phase de préparation de chantier, l'entrepreneur devra faire valider ses documents d'exécution au bureau de contrôle mandaté par le Maître d'Ouvrage notamment :

- Les notes de dimensionnement des structures et des fondations,
- Les procédés de fixation et d'étanchéité, ...

#### E - MATÉRIELS UTILISES :

L'Entrepreneur sera tenu de fournir, pour l'exécution de ses travaux, du matériel agréé portant une marque nationale de qualité reconnue (NF, VDE, KEMA, IMQ, ...)

A défaut de marque de qualité, le matériel proposé doit pouvoir être garanti par la présentation d'un certificat de conformité délivré par le fabricant ou par un organisme habilité à cet effet.

Les références du matériel spécifié dans le présent CCTP est donné à titre indicatif, l'entrepreneur peut proposer des variantes dont il précisera les références dans son offre, le maître d'œuvre se réserve le droit d'imposer le matériel prescrit en cas de désaccord.

F – COORDINATION AVEC LES AUTRES ENTREPRENEURS :

Sans objet.

G – COORDINATION EN MATIERE DE SECURITE ET PROTECTION SANTE :

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

H – PRESTATIONS ANNEXES DUES AU PRESENT LOT :

L'Entreprise devra assurer :

- le montage et le démontage de tous engins et échafaudages nécessaires à la réalisation des ouvrages du présent lot
- les percements, saignées, branchements, tamponnages et scellements nécessaires à la réalisation du présent lot
- les traversées de parois seront obturées de telle manière qu'elles ne diminuent pas le degré coupe-feu des parois considérées
- la peinture anti-oxydation sur toutes les parties métalliques des canalisations ou appareils du présent lot, ainsi que la peinture définitive.

L'Entrepreneur reste responsable des conséquences que peuvent avoir ses travaux sur la solidité des constructions et des traces ou fissures qui pourraient apparaître par la suite.

L'Entrepreneur se doit de réaliser le nettoyage du chantier lui incombant de façon régulière. L'évacuation de ces déchets devra être effectuée à la décharge la plus proche.

I – CONTROLE, ESSAIS, RECEPTION ET MISE EN SERVICE :

Avant la réception des travaux, l'entreprise devra la réalisation et la diffusion :

- Des Dossiers d'Ouvrages Exécutés,
- Des Dossiers d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage,
- De la liste de tout le matériel utilisé avec les références et la provenance des divers matériaux.

L'entreprise assurera tous les essais et réglages nécessaires au parfait fonctionnement de l'installation.

La réception sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- Vérification du fonctionnement et des performances de l'installation,
- Contrôle de la production du champ solaire et de chaque sous-ensemble,
- Contrôle des chutes de tension dans les câblages,
- Contrôle du rendement des onduleurs,
- Vérification des automatismes de couplage/découplage au réseau,

La réception des travaux sera prononcée si aucune observation défavorable n'a été formulée et si la totalité de la documentation a été remise. Il n'y aura pas de réception sans mise en service avec raccordement au réseau de distribution publique.

L'entrepreneur reste responsable durant toute la durée du chantier de son installation et ceux jusqu'à la réception. Il se doit de prendre en charge ces équipements en cas de vandalisme ou de vol.



J – GARANTIE CONTRACTUELLE :

La période de garantie de parfait achèvement est d'une année, à compter de la date de réception.

Le matériel installé devra donner le maximum de fiabilité pour un service permanent.

Cette garantie portera sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous les vices de construction ou de conception et sur le bon fonctionnement de l'installation, tant dans l'ensemble que dans les détails.

Toute pièce ou élément reconnu défectueux sera remplacé.

En cas de défectuosité d'un appareil, la durée de garantie sera prolongée d'une durée égale à celle de l'indisponibilité. Aucun remplacement partiel ne sera admis.

## 1 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Le Vice-Rectorat dispose d'un site étendu à Mata-Utu.

Les travaux décrits dans le présent CCTP ont deux objectifs :

- Le regroupement des comptages du site sur un unique comptage à puissance surveillé,
- La mise en œuvre d'une installation photovoltaïque sur un carport de 10 places sans stockage, en autoconsommation sans réinjection d'énergie sur le réseau de distribution public.

Le site comprend 8 comptages monophasés et triphasés gérés par le Vice-Rectorat.

L'un des objectifs des travaux consiste au regroupement des 8 comptages sur un comptage à puissance surveillé unique situé dans une logette de comptage béton.

Un TGBT commun au site sera mis en place dans une logette béton située à proximité de la logette de comptage. Il intégrera les protections électriques pour l'alimentation des bâtiments ainsi que pour l'installation photovoltaïque du carport à proximité.

Le Vice-Rectorat dispose d'une parcelle sur laquelle il souhaite réaliser un carport photovoltaïque de 10 places.

La puissance de l'équipement photovoltaïque prévu est de 34.8kWc en toiture du carport avec un onduleur triphasé de 30kVA à installer en hauteur sur un support du carport.

Le point de réinjection de l'équipement photovoltaïque sera le TGBT projeté du site.

Les travaux comprennent également la réalisation d'un carport photovoltaïque pour 10 places standards y compris fondation, structure et couverture.

**Information importante : La récupération des alimentations des bâtiments existants sera réalisée au niveau des comptages existants.**

**Les câbles entre les comptages et les TGBT des bâtiments ne disposant pas de câble de terre, le schéma de liaisons à la terre de l'infrastructure basse tension entre le TGBT projetés et les tableaux principaux des bâtiments sera de type TN-C.**

**La création de l'infrastructure TN-C se fera par une mise à la terre du PEN sur les bornes de raccordement aval du sectionneur de sortie du tableau de comptage (au niveau du raccordement des câbles en provenance du disjoncteur de branchement)**

**Le passage en schéma TT se fait :**

- **Dans les tableaux généraux des bâtiments.**
- **Pour les protections des équipements photovoltaïques dans le TGBT**

**L'entreprise devra les travaux pour la reconstitution de la classe 2 du câble de raccordement des tableaux généraux des bâtiments sur le raccordement amont de l'interrupteur général du tableau ainsi que sur les bornes amont des protections des équipements photovoltaïques.**

## **2 TRAVAUX PRELIMINAIRES :**

### **2.1 INSTALLATION DE CHANTIER ET DE SECURITE.**

Ce prix rémunère au forfait (en ensemble) les frais d'installation, de protection et de signalisation de chantier en accord avec le maître d'œuvre.

La protection et la signalisation du chantier par l'entreprise, se font suivant les règles de sécurité et les normes en vigueur. Ce prix comprend l'installation de l'ensemble des protections collectives et individuelles nécessaires à la réalisation de travaux en hauteur, y compris toutes les sujétions de matériels, transport et repli en fin de chantier.

### **2.2 DOSSIER TECHNIQUE ADMINISTRATIF, PLAN D'EXECUTION, DOE**

Le présent poste comprend les études et la réalisation des documents nécessaires au montage du dossier d'exécution et au dossier de récolement.

Il comprend la prestation de réalisation des plans au format .dwg et toutes les impressions demandées aux chapitres généralités.

Il est rappelé aux entreprises que les plans fournis dans la présente consultation ne constituent aucunement des plans d'exécution.

Le poste comprend la réalisation de l'ensemble des notes de calculs à faire valider par le bureau de contrôle missionné par le maître d'ouvrage notamment :

- Les notes de calculs, schémas électriques de l'installation photovoltaïque,
- Les notes de calculs, schémas électriques de l'installation basse-tension,
- Les notes de calculs structures pour le dimensionnement du carport et de ses fondations.

Le prix inclut également la réalisation des démarches administratives auprès autorité compétente pour la validation et l'autorisation d'exploitation d'une centrale photovoltaïque en autoconsommation avec revente du surplus ou sans réinjection de l'énergie sur le réseau de distribution public.

### 3 INSTALLATIONS PHOTOVOLTAIQUES :

#### A – PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS :

Compte tenu de la spécificité des installations PV et conformément au guide C15-712-1, il est retenu le principe d'assurer la protection électrique des personnes et des biens par les dispositions suivantes en BT :

- L'ensemble des composants côté DC sont de classe II
- Toutes les parties métalliques des matériels (y compris de classe II) constituant l'installation photovoltaïque sont interconnectées et reliées à la même prise de terre
- Le schéma de liaison à la terre de la partie courant alternatif est réalisé conformément aux exigences de la norme NF C15-100 (TT en BT ; ou TN ou IT entre onduleur et transformateur en HTA)
- La protection contre les surcharges des câbles en cas de défaut est assurée par fusibles ou disjoncteurs
- La prévention contre la dégradation des installations photovoltaïques est assurée par un contrôle d'isolement de la partie courant continu
- La protection des équipements sensibles (onduleurs, modules PV, ...) contre les surtensions atmosphériques est assurée par la mise en œuvre de parafoudres et éventuellement de paratonnerres pour les sites exposés à la foudre

Pour la partie DC il est impératif de protéger toutes les connexions ou dispositifs de sectionnement contre une ouverture en charge accidentelle ou non autorisée conformément au 536.2.3 de la NF C15-100. A cet effet, à l'intérieur des coffrets ou armoires, une signalisation « ne pas manœuvrer en charge » doit être apposée à proximité de ces dispositifs de sectionnement.

De plus, dans les locaux accessibles aux personnes autres qu'averties ou qualifiées (BA4 ou BA5) :

- les dispositifs de connexion ne doivent être démontables qu'à l'aide d'un outil par construction ou par installation ;
- les appareils n'ayant pas de caractéristique de coupure en charge doivent nécessiter : l'utilisation d'une clé, d'un outil ou la manœuvre directe d'un appareil ayant la caractéristique de coupure en charge.

#### B – CARACTERISTIQUES ÉLECTRIQUES DES COMPOSANTS DC :

Tous les composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) du système doivent être choisis en fonction des valeurs de courant et tension maximum des modules connectés en série/parallèle constituant le champ PV.

Tous les composants DC seront dimensionnés au minimum :

- En tension :  $U_{oc}(stc) \times k$
- En courant :  $I_{sc}(stc) \times 1,25$

#### C – PROTECTION DES MODULES PV ET DES CÂBLES DE CHAINES PV :

Un champ photovoltaïque peut être constitué d'une ou plusieurs chaînes de modules photovoltaïques.

Pour un ensemble de  $N_c$  chaînes connectées en parallèle, chacune d'elle étant constitué de  $M$  modules connectés en série, le courant de défaut maximum dans une chaîne peut atteindre  $1,25 \times (N_c - 1) I_{sc}(stc)$ .

Un dispositif de protection des chaînes contre les surintensités est exigé uniquement si le nombre de chaînes du générateur  $N_c$  est supérieur à  $N_{cmax}$ , nombre maximal de chaînes en parallèle sans protection.

Sauf déclaration du fabricant de modules PV sur le nombre maximal de chaînes en parallèle sans protection, les règles suivantes s'appliquent.

La détermination de  $N_{cmax}$  est donnée par la formule suivante, en fonction de la valeur du courant inverse maximal des modules  $I_{RM}$  et du courant de court-circuit des modules  $I_{scSTC}$  :

$$N_{cmax} \leq (1 + I_{RM} / I_{scSTC})$$

Pour les générateurs PV avec un nombre de chaînes  $N_c$  supérieur à  $N_{cmax}$ , l'utilisation de dispositifs de protection contre les courants inverses est donc à prévoir.

La règle générale est que chaque chaîne soit protégée individuellement par un dispositif de protection.

Le dimensionnement des câbles de chaînes PV se fait à l'aide du tableau ci-dessous.

$N_c$ Nombre de chaînes du générateur	$N_p$ Nombre de chaînes par dispositif de protection	Courant inverse maximal dans un câble de chaîne	Avec Protection ?	$I_n$ Courant assigné des dispositifs de protection des modules	$I_z$ Courant admissible des câbles de chaînes
1	-	-	NON	-	$I_z \geq 1,25 I_{scSTC}$
2	-	$1,25 I_{scSTC}$		-	$I_z \geq 1,25 I_{scSTC}$
$N_c$	-	$(N_c - 1) 1,25 I_{scSTC}$		-	$I_z \geq (N_c - 1) 1,25 I_{scSTC}$
$N_c$	1	$(N_c - 1) 1,25 I_{scSTC}$	OUI	$I_n$ déterminé par le tableau du § 2.1.3.2	$I_z \geq I_2$ si $N_c < 20$ $I_z \geq I_n$ si $N_c \geq 20$
	$N_p > 1$	$(N_c - 1) 1,25 I_{scSTC}$			$I_z \geq k_p I_2$ si $N_c/N_p < 20$ $I_z \geq k_p I_n$ si $N_c/N_p \geq 20$

Note : Pour les disjoncteurs conformes à la norme NF EN 60947-2, le courant conventionnel de fonctionnement  $I_2$  est pris égal à  $1,3 I_n$ . Pour les fusibles PV, le courant  $I_2$  est pris égal à  $1,45 I_n$ .

Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être, soit des fusibles conformes à la NF EN 60269-1, soit des disjoncteurs conformes à la NF EN 60947-2. Ces dispositifs doivent être mis en œuvre sur les deux polarités quelle que soit la configuration de l'installation. Ces dispositifs doivent posséder le marquage utilisation en courant continu (indication « courant continu » ou symbole). Pour les disjoncteurs, l'appareil doit être indépendant du sens de passage du courant.

#### D – CONNECTEURS DC :

Des connecteurs débrochables sont généralement utilisés au niveau des modules photovoltaïques, boîtes de jonction, coffrets DC, onduleurs, etc... pour simplifier la procédure d'installation.

Ces connecteurs sont également un bon moyen de protection contre les risques de choc électrique de l'installateur. De tels connecteurs sont exigés entre chaque module PV et à l'extrémité de chaque chaîne PV dès que la tension **UOCMAX** est supérieure à 60 V.

Les connecteurs doivent être :

- spécifiés pour le courant continu et dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.
- assurer une protection contre les contacts directs ( $\geq$  IP2X ou IPXXB)

- être de classe II
- résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température, ...) (= ou > à IP55)
- conformes à la norme NF EN 50521

*NB. Il est impératif d'utiliser des connecteurs mâles et femelles du même fabricant pour assurer une fiabilité de contact même si à priori le type de connecteurs est identique (cas d'un raccordement d'un module PV en bout de chaîne possédant sa propre connectique avec le connecteur du câble de chaîne d'un autre fabricant).*

Un marquage « ne pas déconnecter en charge » doit être présent sur chaque connecteur ou à défaut une étiquette doit être fixée à proximité des connecteurs.

Toutefois, pour éviter tout sectionnement en charge, les dispositifs de connexion accessibles aux personnes non averties ou non qualifiées (par exemple à proximité des onduleurs dans les locaux d'habitation) ne doivent être démontables qu'à l'aide d'un outil par construction ou par installation (exemple : connecteurs DC verrouillables) et ceci après avoir actionné l'interrupteur DC correspondant.

#### E – PROTECTION DES BIENS ET DES PERSONNES DE L'INSTALLATION AC :

Dans le cas d'une installation raccordée au réseau par un branchement à puissance limitée, la section minimale des conducteurs raccordés aux bornes aval de l'AGCP est de 10 mm<sup>2</sup> Cu.

Les circuits AC sont protégés contre les surcharges conformément aux prescriptions de l'article 433 de la NF C 15-100.

Pour chaque onduleur, le courant d'emploi à prendre en compte est le courant maximal donné par le fabricant d'onduleur ou à défaut 1,1 fois son courant nominal.

Le courant assigné du tableau où est raccordée l'installation PV doit prendre en compte le courant d'emploi de l'onduleur.

Le choix du calibre du dispositif de protection doit tenir compte des contraintes particulières telles que, par exemple, montage côte à côte d'appareillages utilisés simultanément à leur courant nominal et/ou température ambiante élevée.

En cas de court-circuit au niveau d'un onduleur ou de sa canalisation, l'onduleur est considéré comme la charge et le réseau public comme la source.

Le pouvoir de coupure des dispositifs de protection des installations raccordées au réseau est déterminé en tenant compte des courants de court-circuits maximaux susceptibles d'apparaître en provenance du réseau.

La protection de découplage est destinée à la déconnexion des générateurs en cas de :

- Défaut sur le réseau public de distribution ;
- Disparition de l'alimentation par le réseau public de distribution ;
- Variations de la tension ou de la fréquence supérieures à celles spécifiées par le distributeur.

Cette protection de découplage est conforme aux dispositions du guide UTE C 15-400. Elle est du type B.1 pour les installations présentant une puissance totale d'onduleur n'excédant pas 250 kVA et de type H pour les installations d'une puissance supérieure.

Dans les installations présentant une puissance totale d'onduleur n'excédant pas 250 kVA, la protection de découplage peut être intégrée aux onduleurs. Elle doit alors être conforme à la prénorme DIN VDE 0126-1-1.

## F – CHUTE DE TENSION :

La chute de tension maximale autorisée dans la partie courant continu de l'installation est de 3 % à  $I_{mppSTC}$  (STC : conditions d'essais normalisées).

Le calcul de cette chute de tension est effectué dans les conditions suivantes :

- la résistivité du câble est celle correspondant à la température maximale de l'âme en service normal ( $\rho = 1,25 \times \rho_0$  tel que défini par la partie 5-52 de la NF C 15-100) ;
- la tension de référence à prendre en compte pour la chute de tension est la tension  $U_{mppSTC}$  ;
- le courant à prendre en compte pour la chute de tension est le courant  $I_{mppSTC}$
- la chute de tension doit être calculée pour chaque câble de chaîne PV, chaque câble de groupe PV, et pour le câble principal PV. On calcule ensuite le cumul des chutes de tension des câbles compris entre chaque chaîne et l'onduleur, et on retient le cumul le plus important.

Pour les installations PV directement connectées au réseau public de distribution BT, la chute de tension maximale autorisée entre les bornes a.c. de l'onduleur et le point de livraison (NF C 14-100) est de 3 % à puissance nominale du ou des onduleurs. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1 % de façon à limiter d'une part les pertes d'énergie, et d'autre part les découplages momentanés de l'onduleur en préservant une marge entre la tension moyenne de fonctionnement de l'onduleur, et le réglage de sa protection à maximum de tension.

Pour les installations PV connectées au réseau public de distribution HTA par l'intermédiaire d'un transformateur HTA/BT, les mêmes recommandations s'appliquent sur la partie basse tension.

## G – DISPOSITIF DE SECTIONNEMENT ET DE COUPURE :

Lors du choix et de la mise en œuvre des dispositifs de coupure et de sectionnement entre l'installation PV et le réseau public de distribution, ce réseau doit être considéré comme la source et l'installation PV comme la charge.

De même, côté DC l'onduleur est considéré comme la charge et le champ PV comme la source DC.

Pour permettre la maintenance des onduleurs PV, des moyens de sectionnement doivent être prévus par onduleur, à proximité, tant du côté continu que du côté alternatif.

Tous les dispositifs de sectionnement doivent être omnipolaires.

Le dispositif de sectionnement installé côté continu peut ne pas être à ouverture simultanée de chaque polarité.

Pour permettre les interventions de maintenance au niveau des boîtes de jonctions équipées de protections, un dispositif de coupure doit être prévu à l'intérieur ou à proximité en aval de ces protections.

En application des règles du 463 et du 536.3 de la NF C 15-100, des dispositifs de coupure d'urgence côté AC et côté DC doivent être prévus pour couper, en cas d'apparition d'un danger inattendu, les alimentations électriques.

Ces dispositifs peuvent être des interrupteurs ou, des disjoncteurs ou, des contacteurs, tel que défini par le tableau 53E de la NF C15-100. Les dispositifs à semi-conducteurs ne répondent pas à cette exigence.

Tout dispositif de coupure d'urgence doit être à coupure omnipolaire et simultanée.

Les commandes des dispositifs de coupure d'urgence côté AC et côté DC doivent être facilement reconnaissables et rapidement accessibles. Les dispositifs de coupure d'urgence ne doivent pas être intégrés à l'onduleur.

Si une coupure est exigée pour permettre l'intervention des services de secours, celle-ci doit répondre aux principes suivants :

- coupure de l'alimentation de la consommation du bâtiment (Ex. : réseau de distribution publique) ;
- coupure de la partie AC du ou des onduleurs au plus près du point de livraison ;
- coupure de la partie DC du ou des onduleurs au plus près des chaînes photovoltaïques ;

Les organes de commande doivent être regroupés et leur nombre limité à deux.

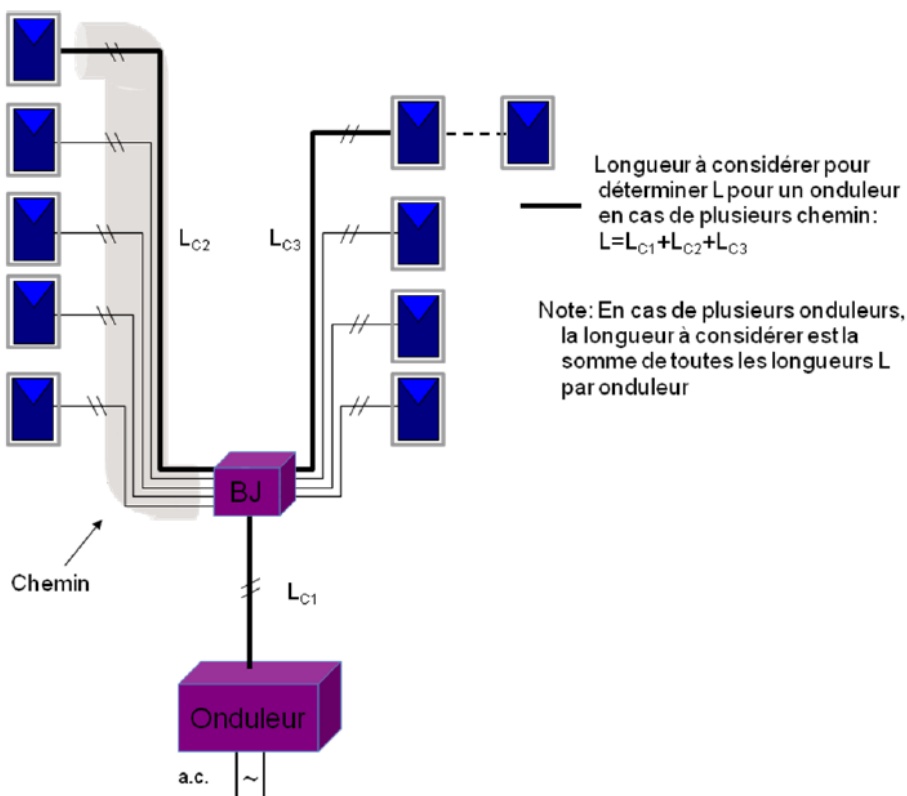
Le séquençement des manœuvres doit être indifférent.

#### H – PROTECTION CONTRE LA FOUDRE :

Basé sur le guide UTE C 61-740-52, la protection par parafoudre est obligatoire en présence de paratonnerre ou lorsque la densité de foudroiement ( $N_g$ ) est supérieure à 2,5.

Si l'installation dispose d'un paratonnerre, la mise en œuvre de parafoudre type 2 est obligatoire côté DC.

Si l'installation ne dispose pas d'un paratonnerre, la mise en œuvre d'un parafoudre dépend de la distance  $L$ , distance cumulée entre l'onduleur et les points les plus éloignés des modules photovoltaïques constituant la chaîne.



Les conditions d'installation de parafoudres côté DC sont définies dans le tableau suivant :



Type d'installation	Locaux d'habitation individuelle	Centrale de production au sol	Bâtiments Tertiaires/Industriels/Agricoles
$L_{crit}$ (en m)	$115/N_g$	$200/N_g$	$450/N_g$
$L \geq L_{crit}$	Parafoudre(s) obligatoire(s) côté d.c. <sup>(1)</sup>		
$L < L_{crit}$	Parafoudre(s) non obligatoire(s) côté d.c. <sup>(2)</sup>		
<sup>(1)</sup> La mise en œuvre de parafoudres peut ne pas être indispensable dans le cas où tous les câbles d.c. sont protégés par des enveloppes métalliques assurant un écran réduisant les effets électromagnétiques.			
<sup>(2)</sup> L'utilisation de parafoudres peut également être nécessaire pour la protection d'installations photovoltaïques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critiques.			




### I – ETIQUETAGE :

Les principaux composants constituant l'installation photovoltaïque devront être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manière durable en correspondance avec les plans et schémas de l'installation :

- boîtes de jonction ;
- coffrets DC et AC ;
- câbles DC et AC (tenant et aboutissant avec repérage des polarités pour les câbles DC) ;
- onduleurs ;
- dispositifs de protection et sectionnement ;
- en amont d'onduleur, sur le coffret DC, une étiquette portant la mention « coupure d'urgence entrée onduleur » en lettres rouges sur fond jaune ;
- en aval d'onduleur, sur le coffret aAC, une étiquette portant la mention « coupure d'urgence sortie onduleur » en lettres rouges sur fond jaune ;
- disjoncteurs de branchement ;
- dispositifs éventuels de coupure d'urgence.



Une étiquette portant la mention « Sectionnement général – Installation photovoltaïque » doit être apposée à proximité de l'Interrupteur-Sectionneur général AC. Placé en tête de l'installation photovoltaïque.

### Étiquetage sur la partie AC :

 <p>Production photovoltaïque</p> <p>Coupure réseau de distribution</p>  <p>Coupure photovoltaïque</p>	<p><b>Cas de la vente de la totalité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession en soutirage : AGCP (puissance limitée) ou interrupteur-sectionneur à coupure visible (puissance surveillée).</li> <li>Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession en injection : AGCP (puissance limitée) ou l'interrupteur-sectionneur (puissance surveillée).</li> </ul>
 <p>Coupure réseau de distribution et photovoltaïque</p>	<p><b>Cas de la vente du surplus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession : AGCP (si puissance limitée) ou interrupteur-sectionneur à coupure visible (si puissance surveillée).</li> </ul>

#### Etiquetage sur la partie DC :

Toutes les boîtes de jonction (générateur PV et groupes PV) et canalisations DC devront porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension même après sectionnement de l'onduleur coté continu.

 <p>ATTENTION : Câbles courant continu sous tension</p>	<p><b>Etiquette portant la mention</b></p> <p>« Attention, câbles courant continu sous tension »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sur la face avant des boîtes de jonction</li> <li>sur la face avant des coffrets d.c.</li> <li>sur les extrémités des canalisations d.c. à minima</li> </ul>
 <p>Ne pas manœuvrer en charge</p>	<p><b>Etiquette portant la mention</b></p> <p>« Ne pas manœuvrer en charge »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>à l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets d.c.</li> <li>à proximité des sectionneurs-fusibles, parafoudres débouchables ...</li> </ul>

#### Etiquetage sur l'onduleur :

Tous les onduleurs doivent porter un marquage indiquant qu'avant toute intervention, il y a lieu d'isoler les 2 sources de tension.



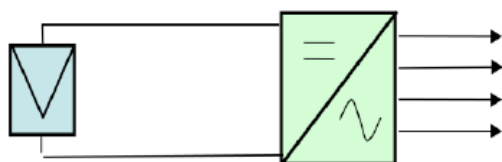
L'entreprise s'assurera également de la mise en place des étiquetages spécifiques demandés par l'avis de la CCS du 7 Février 2013.

### 3.1 MALT ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

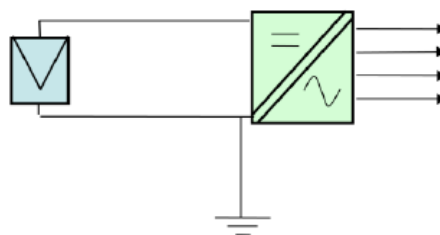
Pour minimiser les effets dus à des surtensions induites, les structures métalliques des modules et les structures métalliques support (y compris les chemins de câbles métalliques) doivent être reliées à une liaison équipotentielle elle-même reliée à la terre. Ces structures métalliques étant généralement en aluminium, il convient d'utiliser des dispositifs de connexion adaptés. Les conducteurs en cuivre nu ne doivent pas cheminer au contact de parties en aluminium. La mise en œuvre de la mise à la terre des modules PV est réalisée conformément aux prescriptions du fabricant.

D'une manière générale, la plupart des installations photovoltaïques constituées de modules photovoltaïques ne nécessitent pas la mise à la terre d'une polarité DC.

Toutefois, certains fabricants de cellules photovoltaïques préconisent de relier une polarité à la terre pour des raisons fonctionnelles (pour éviter des dégradations des performances énergétiques réversibles ou non selon les technologies de cellules PV). Dans ces cas, des mesures spécifiques doivent être prises pour assurer à la fois le bon fonctionnement du système et la protection des personnes et des biens (onduleur avec transformateur, contrôle du courant de fuite à la terre, ...).



Aucune polarité à la terre



Une polarité DC reliée à la terre

L'ensemble des masses coté AC doit être relié à la terre par un conducteur de protection conformément au paragraphe 411.3.1.2 et à la partie 5-54 de la NF C 15-100.

Lorsqu'un transformateur est installé à l'extérieur de l'onduleur (transformateur BT/BT ou HT/BT) une liaison équipotentielle est requise entre ces équipements.

La masse de l'onduleur doit être reliée à la liaison équipotentielle par un conducteur de section minimale égale à 6 mm<sup>2</sup> Cu ou équivalent, et au conducteur de protection de la partie AV.

Le conducteur de mise à la terre fonctionnelle ne doit pas être repéré par la couleur vert-jaune.

Ce prix à chiffrer en ensemble comprend l'ensemble des travaux permettant la mise la terre et la réalisation des liaisons équipotentielle de l'installation photovoltaïque toutes sujétions comprises.

### 3.2 PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES ET STRUCTURE PORTEUSE

Les modules photovoltaïques doivent respecter les normes suivantes :

- CEI 61215 : Qualification de la conception et homologation des modules PV au silicium cristallin
- CEI 61646 : Qualification de la conception et homologation des modules PV en couches minces
- CEI 61730 -1 et 2 : Qualification pour la sureté de fonctionnement des modules PV

Conformément aux normes NF EN 61730 :

- Les modules PV intégrés dans un générateur PV délivrant une tension supérieure ou égale à 120V doivent être conformes aux exigences de la classe d'application A (considérés comme répondant aux exigences de la classe II).
- Un module photovoltaïque avec des parties conductrices accessibles qui forment l'armature du périmètre ou le système de montage doit avoir des dispositions pour la mise à la terre avec identification du symbole approprié.

L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance la plus faible possible (+/- 3 à 5% sans excéder 10%) sur la valeur nominale de la puissance crête.

Conformément à la norme NF EN 50380 ed.3, la tension de fonctionnement maximum devra être clairement spécifiée dans la documentation technique et sur l'étiquette apposée au dos du module. Elle devra être compatible avec les niveaux de tension mis en jeu dans le champ photovoltaïque.

La valeur du courant inverse  $I_{rm}$  des modules PV devra être précisée.

Les structures porteuses des modules seront fixées en surimposition de la toiture. La structure devra être dimensionnée pour résister aux vents cycloniques (zone 5 site exposé).

Les boîtes de connexions seront équipées de diodes by-pass et de câbles avec connecteurs rapides.

Les caractéristiques des modules seront :

- Cellules polycristallines ou monocristallines,
- Certifications CEI/EN 61215 et CEI/EN/61730
- Garantie matériel : 10ans minimum
- 97% puissance nominale au bout d'un an
- 90% puissance nominale au bout de 10 ans
- 80% puissance nominale au bout de 20 ans

Tous les modules présenteront un aspect et une couleur identique et seront aisément interchangeables.

Les modules devront pouvoir résister aux conditions climatiques du territoire de Wallis et Futuna en termes de température, précipitations et vents.

La surcharge des modules ne devra pas dépasser 20kg/m², structure de fixation incluse.

Les panneaux devront pouvoir supporter la charge d'un homme se déplaçant en marchant sur la face exposée.

Les modules photovoltaïques seront assemblés mécaniquement sur des rails métalliques de la structure secondaire. Les rails constituant la structure porteuse primaire devront être fixés sur les pannes de la toiture.

L'installation sera réalisée de sorte que la planéité du champ de modules soit respectée, et à ce que les eaux de pluies ne puissent s'y accumuler.

Le mode de fixation devra rendre étanche la percée de la toiture. Tout défaut d'étanchéité sera repris. Il sera mis en œuvre tous les moyens nécessaires pour prévenir le risque de création d'un couple électrochimique entre les différentes pièces et matériaux mis en contact lors de l'assemblage de la structure.

L'ensemble des percements des complexes d'étanchéité de la toiture terrasse ou des plots béton seront étanchéifiés selon les règles de l'art. Les modalités des reprises d'étanchéité devront être validées par le bureau de contrôle missionné par le maître d'ouvrage.

La structure rails de la toiture sera en Aluminium anodisé et respectera la norme DIN 1055.

Elle sera garantie 10ans.

Le prix à chiffrer en ensemble pour une puissance de 34.8kWc total de l'installation comprend :

- La fourniture et pose des modules photovoltaïques pour une puissance de 34.8kWc (tolérance de 0.2%),
- La réalisation de la structure porteuse fixée sur toiture,
- La fixation des panneaux sur la structure porteuse et mise en place des cales entre panneaux,
- toutes sujétions de mise en œuvre et pose comprise pour la réalisation des travaux dans les règles de l'art.

Le soumissionnaire fournira lors de l'appel d'offre les caractéristiques techniques des panneaux et du système de fixation des panneaux sur la toiture ainsi que les justificatifs de tenues aux vents cycloniques de la structure porteuse.

### 3.3 COFFRETS DE PROTECTION AC/DC

En cas d'apparition d'un danger inattendu au niveau de l'onduleur, un dispositif de coupure doit être prévu en amont de celui-ci. Ce dispositif doit respecter les dispositions suivantes spécifiques aux installations photovoltaïques :

- Tension assignée d'emploi  $\geq U_{OCMAX}$
- Courant assigné  $I_n \geq 1,25 I_{scSTC}$
- Conformité aux normes de la série NF EN 60 947
- Matériel spécifié pour le courant continu de catégorie d'emploi à minima DC21B avec marquage correspondant
- Commande des dispositifs de coupure d'urgence facilement reconnaissables et rapidement accessibles à proximité de l'onduleur

- Coupure électromécanique omnipolaire et simultanée assurée par une commande directe ou par l'intermédiaire d'une action télécommandée

N.B. Conformément aux règles de la NF C15-100, les dispositifs de coupure d'urgence doivent être à action manuelle directe dans les locaux d'habitation.

La commande de coupure générale DC doit être repérée par une étiquette portant la mention « Coupure d'urgence entrée onduleur » (en lettres rouge sur fond jaune visible) fixée d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, ...)

NB. Le pouvoir de coupure d'un interrupteur n'est pas le même en DC ou en AC. L'interrupteur doit être spécifié pour un fonctionnement en DC.

Le sectionnement DC sur la liaison principale, en amont de l'onduleur, est un moyen d'isoler électriquement le champ PV tout entier pour permettre une intervention en toute sécurité sur l'onduleur durant les travaux d'installation, de maintenance ou de réparation.

Le sectionnement DC doit :

- être bipolaire pour isoler électriquement les 2 conducteurs correspondant à chaque polarité mais peut ne pas être à sectionnement simultané.
- être spécifié pour le courant continu
- se situer en amont et à proximité de l'onduleur

Le coffret intégrera également les équipements de sectionnement et de protection des onduleurs dans le domaine AC. L'installation sera réalisée conformément à la norme NF C15-100.

Le coffret AC/DC intégrera également la protection foudre autant sur la partie AC que DC au moyen d'un parafoudre de type 2.

Le coffret AC de l'installation sera situé dans le local onduleur grillagé.

La prestation inclut l'ensemble des travaux de raccordement du coffret sur l'installation existantes y compris récupération du câble, pose de boîtier de raccordement, câblage et cheminement.

Le prix comprend la fourniture, pose et raccordement de l'ensemble des coffrets électriques équipés toutes sujétions de mise en œuvre et pose comprise.

### 3.4 ONDULEURS PV

**Les onduleurs seront de type centralisé.**

**L'entreprise prévoira un équipement permettant de supprimer entièrement la réinjection d'énergie sur le réseau de distribution EEWf.**

**Cet équipement pourra être modifié ou supprimé en cas d'obtention de l'autorisation de revente du surplus d'énergie issue par EEWf.**

L'onduleur synchrone est l'interface situé entre la partie DC et la partie AC.

Ses principales fonctions sont les suivantes :

- Ajustement de la tension d'entrée de l'onduleur pour un fonctionnement à puissance maximale du champ PV (Umpp).
- Conversion du courant continu généré par le champ PV en courant alternatif et injection sur le réseau de distribution au « fil du soleil »

L'onduleur doit comporter un contrôleur d'isolement côté DC permettant de prévenir d'un défaut éventuel d'isolement entre chaque polarité et la masse) et provoquer l'arrêt éventuel de l'onduleur. Dans l'hypothèse où cette fonction ne serait pas assurée par l'onduleur, il y a lieu de rajouter un contrôleur d'isolement externe sur la partie continue avec signalisation du défaut.

Comme toute installation comportant des générateurs pouvant fonctionner en parallèle avec le réseau électrique de distribution, une protection de découplage est nécessaire.

Cette protection est destinée à la déconnexion du générateur PV en cas de :

- Disparition de l'alimentation par le réseau de distribution
- Variations de la tension ou de la fréquence supérieures à celles spécifiées par le distributeur

Les onduleurs synchrones disposent généralement d'une protection de découplage interne. Ce dispositif de déconnexion automatique est installé comme interface de sécurité entre le champ PV et le réseau public à basse tension et remplace de fait une protection de découplage externe. Il empêche l'alimentation inopinée d'un sous-réseau séparé de l'autre réseau de distribution (exploitation en réseau séparé ou îlotage) et protège ainsi :

- le personnel d'exploitation et consommateur contre des tensions et des fréquences non admises,
- les moyens d'exploitation contre des tensions et des fréquences non admises.

Les onduleurs respecteront la norme VDE 0126-1-1 et disposeront d'une protection de découplage interne basée sur le contrôle de plusieurs paramètres :

- tension ( $80\% U_n < U < 115\% U_n$ )
- fréquence ( $47,5 \text{ Hz} < f < 50,2 \text{ Hz}$ )
- fonctionnement en îlotage
- courant continu éventuellement injecté sur le réseau alternatif
- courant de défaut d'isolement (côté continu et alternatif) pour les onduleurs sans séparation galvanique

Le soumissionnaire fournira à l'appel d'offre le certificat de conformité à la norme VDE0126-1-1 de l'onduleur proposé.

Si l'onduleur n'est pas équipé en interne d'un dispositif de découplage réseau, l'entreprise devra prévoir un dispositif de découplage automatique certifiée DIN VDE 0126.

Les onduleurs respecteront également les normes suivantes :

- Prévention contre l'îlotage : CEI 62116
- Harmoniques : norme EN 61000-3-2 ( $\leq 16\text{A}$  par phase) et norme EN 61000-3-12 ( $> 16\text{A}$  par phase)
- Fluctuations de tension et flicker : norme EN 61000-3-3 ( $\leq 16\text{A}$  par phase) et norme EN 61000-3-11 ( $> 16\text{A}$  par phase)
- Compatibilité électromagnétique : norme EN 61000-6-3 et 4 (émissions) et EN 61000-6-1 et 2 (immunité)
- Marquage CE : directive 93/68/CEE
- Sécurité électrique : EN50178 et 62109-1 (2010)
- Efficacité globale des onduleurs photovoltaïques raccordés au réseau : NF EN 50530 (01/07/2010)

Les caractéristiques des onduleurs sont :

- Triphasé
- Puissance de sortie AC : 30kVA
- Sortie AC pure sinusoïde 240Vac / 410Vac
- Rendement max /européen : 95% min
- Rendement DC/AC en fonctionnement batterie : 91% min
- THD<3%
- IP65
- Protection contre les surcharges
- Protection contre l'inversion de polarité des modules
- Protection contre les décharges profondes
- Protection contre les courts-circuits des consommateurs et des panneaux solaires
- Ecran graphique LCD
- Interface RS-232 avec possibilité de supervision
- Température de service : 0°C à +55°C
- Humidité relative : 90%
- Dispositif de déconnexion coté DC
- Parafoudre DC type II intégré
- Unité de surveillance du courant différent
- Interface Modbus et RS85
- Raccordement AC et DC sur bornes à ressort
- **Garantie 15 ans minimum**

### 3.5 CABLAGE AC

La distribution AC comprend les liaisons en câble U1000R2V pour :

- L'alimentation de l'onduleur depuis le TGBT,
- La réalisation du point de réinjection de l'installation photovoltaïque depuis le coffret AC jusqu'au TGBT, le cas échéant,
- L'ensemble du câblage pour les alimentations des circuits annexes notamment les équipements de supervision.



### 3.6 CABLAGE DC

Tous les câbles sont sélectionnés afin que les risques de défaut à la terre ou de court-circuit soient minimisés après installation. Cette condition est assurée en utilisant des câbles monoconducteurs d'isolement équivalent à la classe II.

Le dimensionnement des canalisations est effectué conformément aux règles de la NF C 15-100 sur la base de câbles à isolation PR.

Les câbles sont au minimum de type C2 (non-propagateur de la flamme) et choisis parmi ceux ayant une température admissible sur l'âme d'au moins 90 °C en régime permanent.

Les câbles doivent répondre à la condition d'influence externe AN3 (résistant aux rayons ultra-violets).

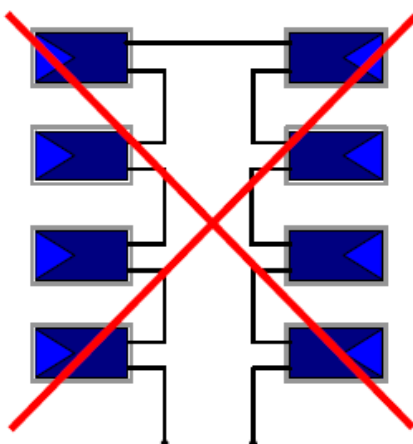
Pour le calcul des câbles de chaînes, la température à prendre en compte pour leur dimensionnement est considérée égale à 70°C et un facteur de correction de 0,58 est à appliquer conformément au Tableau 52K de la NF C 15-100 dans les cas suivants :

- câbles soumis à l'échauffement direct des modules ;
- câbles soumis au rayonnement solaire. Dans ce cas, le facteur de correction de 0,85 défini à l'article 512-2-11 de la NF C 15-100 n'est pas à prendre en compte ;
- câbles cheminant dans des isolants thermiques de toiture ou de façade. Dans ce cas, le facteur de correction de 0,58 doit être multiplié par 0,77, soit 0,45.

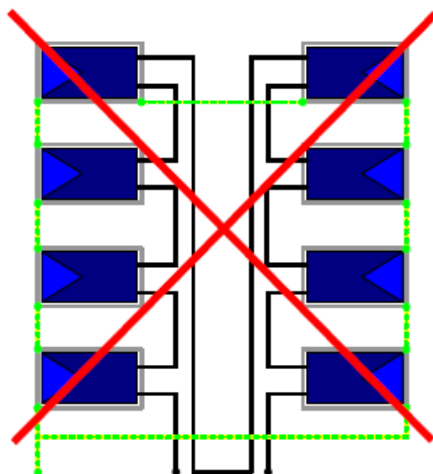
Les connexions et les câbles doivent être mis en œuvre de manière à éviter toute détérioration due aux influences externes conformément au guide pratique UTE C 15-520.

Dans le cas de câbles enterrés reliant deux bâtiments, ils sont mis en œuvre conformément à 529.5 de la NF C15-100.

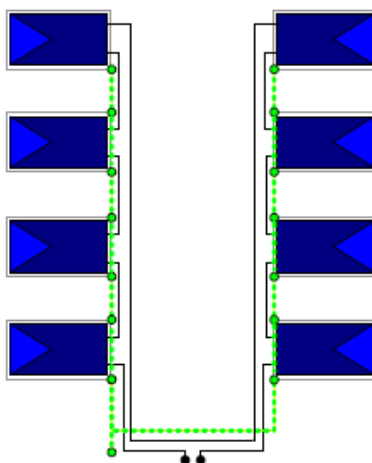
Pour minimiser les tensions induites dues à la foudre, la surface de l'ensemble des boucles doit être aussi faible que possible, en particulier pour le câblage des chaînes PV. Les câbles DC et le conducteur d'équipotentialité doivent cheminer côte à côte.



**Figure 8 – Exemple de mauvais câblage : boucle induite entre polarités**



**Figure 9 – Exemple de mauvais câblage : boucle induite entre une polarité et la masse**



**Figure 10 – Exemple de bon câblage : limitation des aires de boucles induites**

Les différentes liaisons entre les modules PV les plus éloignés et l'onduleur sont réalisées par des câbles unipolaires double isolation et de section suffisante de telle sorte que la chute de tension maximale entre le module le plus éloigné et l'onduleur ne dépasse pas 1% à  $I_{sc}(STC)$ .

Les connecteurs seront de même type et de même marque lors de toutes connexions mâle/femelle tout le long de la chaîne PV.

Les modules seront raccordés par des câbles solaire de type PV1000F.

Le prix comprend la réalisation de l'ensemble du câblage coté DC inclus le raccordement des équipements électriques (panneaux, boîte de jonction, coffret de protection, onduleur). Et la réalisation des connecteurs DC.

### 3.7 CHEMINEMENT DES CÂBLES

Les câbles AC chemineront sur chemin de câbles, ou goulotte en aérien.

En souterrain, ils chemineront en tranchée dans des fourreaux TPC.

Les cheminements DC en extérieur seront protégés des rayonnements UV directs (capotage des chemins de câbles, goulotte ou câblage en gaine protégée UV)

Les chemins de câbles seront du type dalle acier (ou cablofil) galvanisé après fabrication, avec éclisses, accessoires pour changement de direction et accessoires de pose. Ils seront fixés par l'intermédiaire de consoles murales ou, lorsque nécessaire, suspendus par tiges filetées.

Les câbles seront fixés tous les 0, 50 m par colliers du type COLSON.

Les chemins de câble seront mis à la terre.

Lors de leur cheminement en extérieur, les chemins de câble seront capotés au moyen d'une protection métallique afin de procurer à l'ensemble un degré de protection minimal IK07.

Le prix à chiffrer en ensemble comprend le cheminement intérieur et extérieur des câbles y compris percements et rebouchages de parois et des dalles ainsi que la mise en place de crosse en traversée de toiture toutes sujétions comprises.

### 3.8 CARPORT PV 10 PLACES

L'entreprise devra chiffrer la réalisation d'un carport pour l'installation sur 10 places (places standards 5mx2.5m y compris surlargeur des places pour la mise en œuvre des poteaux pour la structure du carport).

Le prix comprend la fourniture complète des carports notamment :

- Les fondations,
- La structure en acier galvanisé peinte ou en aluminium,
- La charpente en acier galvanisée ou Aluminium,
- La couverture en tôle KL ou système d'étanchéité des modules photovoltaïques,
- Toutes sujétions comprises.

En phase de préparation de chantier, l'Entreprise fournira les notes de calcul de fondation et de structure réalisée par un Bureau d'Etude spécialisé dans ces sujets (A chiffrer au poste 002).

Le carport disposera d'une pente unique.

La structure du carport sera réalisée en acier galvanisée d'épaisseur 3mm ou en Aluminium. Elle sera fixée par des platines aux massifs de fondation.

Les éléments de structure et de charpente seront fixés entre eux par vissage.

A son point le plus bas, la hauteur du carport ne descendra pas en dessous de 2.4m.

La couverture sera constituée de tôle de type KL prépeintes ou par un montage des panneaux photovoltaïques garantissant l'étanchéité sous le carport.

La surface de toiture permettra l'installation d'une installation photovoltaïque de 34.8kWc au minimum.

Les fondations seront de type semelle isolée en béton, pieux ou vis de fondation selon les préconisations de l'entreprise.

L'ensemble du carport sera dimensionné pour résister aux vents cycloniques (zone 5).

L'entreprise devra fournir avec son offre une note technique complète de la mise en œuvre des carports.

### 3.9 EQUIPEMENT DE SURVEILLANCE ET DE CONTROLE

L'entreprise proposera un équipement de surveillance et de contrôle de l'installation photovoltaïque permettant le suivi de l'installation depuis une interface web accessible aux exploitants.

Le système de surveillance permettra une connexion 4G.

Aucun équipement de l'installation photovoltaïque ne sera raccordé au réseau informatique du site.

L'entreprise proposera un système de supervision de l'installation sans abonnement, ni prestations payantes permettant :

- La visualisation des principaux paramètres électriques de l'installation (Intensités, Tensions, fréquences, ...)
- La visualisation des principales caractéristiques de l'installation photovoltaïque (énergie produite, autoconsommée, revendue, taux d'autoconsommation, ...),
- La visualisation des données météorologiques du site (température, ensoleillement, ...)
- La visualisation en temps réel sur poste dédié et sur interface Web,
- La visualisation de l'état des onduleurs,
- L'importation des données en format Excel et base de données .csv,
- L'édition de rapports d'exploitation,
- La visualisation des alarmes en temps réel et journal d'alarme.

Elle prévoira dans son offre une session de formation du système et de son utilisation.

Elle devra également la mise en œuvre sur site (au niveau du TGBT et du local onduleur) de la documentation et des synoptiques nécessaires à l'utilisation et à l'exploitation du système photovoltaïque (Notice de sécurisation de l'installation et d'utilisation du by-pass, synoptique de l'installation, notice de fonctionnement des installations avec la présentation des fonctions principales et des affichages...)

Le prix comprend :

- La mise en œuvre des tores de comptage sur l'arrivée générale de l'installation y compris leur alimentation et protection,
- La mise en œuvre des compteurs y compris leur alimentation et leur protection,
- La mise en œuvre du routeur 4G et sa configuration,
- La fourniture et pose du coffret le cas échéant,
- La fourniture du logiciel de supervision ainsi que son paramétrage,
- Toutes sujétions de câblage, raccordement et mise en œuvre comprise.

L'entreprise prévoira la fourniture du puce 4G le temps des essais et tests de l'installation photovoltaïque.

Cette puce sera ensuite remplacée par une puce fournie par le MOA lors de la mise en service définitive de l'installation photovoltaïque.

### 3.10 ATTESTATION DE CONFORMITE PHOTOVOLTAÏQUE

Le titulaire devra fournir une attestation de conformité de son installation photovoltaïque.

Le maître d'ouvrage a missionné un bureau de contrôle pour les missions de contrôle électrique et solidité auprès duquel l'entreprise fera valider l'ensemble de ses études d'exécution ainsi que l'installation terminée.

Le poste inclut :

- Les visites de vérification avec le bureau de contrôle y compris levée des réserves.

### 3.11 CONTRAT DE MAINTENANCE ANNUEL (POUR MEMOIRE)

Le soumissionnaire chiffrera pour mémoire un contrat de maintenance sur la base de deux visites annuelles systématiques dont les points de vérification seront :

- état général de l'installation ;
- nettoyage des modules photovoltaïques ;
- vérification du maintien des conditions initiales de l'environnement des modules PV ;
- maintien des conditions thermiques d'exploitation des modules (aération en sous-face des modules) en fonction des prescriptions du fabricant ;
- vérification des mises à la terre fonctionnelles ;
- vérification du maintien des conditions d'exploitation des locaux et du maintien de leur destination initiale ;
- dépoussiérage.
- vérification de l'absence de corrosion ;
- état des câbles ;
- état des boîtes de jonction ;
- état des connexions ;
- resserrage des bornes sur tableaux électriques ;
- contrôle visuel et caractéristiques techniques des fusibles ;
- contrôle visuel du disjoncteur ;
- contrôle visuel des parafoudres ;
- essai des DDR ;
- vérifications des liaisons équipotentiellles ;
- fonctionnement de la fonction coupure d'urgence.

## 4 TRAVAUX ELECTRIQUE

L'origine des installations BT sera le TGBT projeté du site qui sera installé dans une logette bétonnée avec porte métallique située à l'entrée du parking projeté, à proximité immédiate de la logette de comptage.

Les travaux courants forts consistent en :

- La réalisation et l'équipement de la logette de comptage,
- La réalisation du TGBT projeté,
- La réalisation des tableaux divisionnaires de l'UNC et du Café Falé.
- Le câblage entre le TGBT, le comptage et les tableaux des bâtiments existants.
- La récupération et le raccordement des câbles projetés sur les câbles existants en sortie des comptages existants.
- La modification des tableaux généraux des bâtiments pour la reconstitution de la classe 2 du câble d'alimentation sur les interrupteurs généraux.
- La réalisation des terres du neutre et des terres des masses.
- Les cheminements aériens.

**Information importante : La récupération des alimentations des bâtiments existants sera réalisée au niveau des comptages existants.**

**Les câbles entre les comptages et les TGBT des bâtiments ne disposant pas de câble de terre, le schéma de liaisons à la terre de l'infrastructure basse tension entre le TGBT projetés et les tableaux principaux des bâtiments sera de type TN-C.**

**La création de l'infrastructure TN-C se fera par une mise à la terre du PEN sur les bornes de raccordement aval du sectionneur de sortie du tableau de comptage (au niveau du raccordement des câbles en provenance du disjoncteur de branchement)**

**Le passage en schéma TT se fait :**

- **Dans les tableaux généraux des bâtiments.**
- **Pour les protections des équipements photovoltaïques dans le TGBT**

**L'entreprise devra les travaux pour la reconstitution de la classe 2 du câble de raccordement des tableaux généraux des bâtiments sur le raccordement amont de l'interrupteur général du tableau ainsi que sur les bornes amont des protections des équipements photovoltaïques.**

**Rappel sur le schéma TN-C :**

- **Dans les installations électriques réalisées suivant le schéma TN, toutes les masses doivent être reliées par des conducteurs de protection au point neutre de l'installation, lui-même mis à la terre.**
- **Dans les installations réalisées suivant le schéma TN-C, le conducteur PEN ne doit comporter aucun dispositif de coupure ou de sectionnement et doit être réalisé de manière à éviter tout risque de rupture.**

## 4.1 EQUIPEMENT DE LA LOGETTE DE COMPTAGE

Ce poste à chiffrer en ensemble comprend :

- Le disjoncteur de branchement 3P ou 4P160A à coupure visible avec relais différentiel réglable
- La liaison coffret de comptage/disjoncteur en câble cuivre U1000AR2V 4x70mm<sup>2</sup> compris accessoires de raccordement (cosses ou plages), caches-bornes longs plombable et support isolant mural.
- La réalisation et le raccordement de la mise à la terre du neutre
- La réalisation et le raccordement à la terre des masses,
- La mise à la terre du PEN,
- Toutes sujétions comprises.

Le placard sera équipé conformément au plan validé par le concessionnaire EEWF. Toute modification due à un changement d'aménagement devra faire l'objet d'une validation du concessionnaire.

## 4.2 TABLEAU ELECTRIQUE

Les armoires électriques seront de marque HAGER, LEGRAND ou SCHNEIDER. Elles seront IP40 IK07 minimum pour les TD à l'intérieur des locaux et IP66 IK10 pour les armoires en extérieur.

Les armoires disposées dans les locaux directement accessibles au public et au personnel seront équipées d'une serrure à clé à canon européen.

Les départs seront soigneusement repérés par un procédé sûr et durable.

Il sera placé dans l'armoire ou le placard, un jeu de schémas récolés dans une pochette plastique.

Pour les tableaux placés dans un placard, une étiquette « local électrique » suivie du nom du tableau sera apposée ainsi que le symbole de l'homme foudroyé.

Les arrivées des fourreaux dans les locaux techniques seront coupées au ras de la dalle fini du placard et obturé à l'aide de plâtre hydrofuge.

La finition des placards techniques recevant les tableaux électriques devra être propre et soignée.

Une réserve modulaire de 30% sera demandée pour chaque tableau.

### 4.2.1 TGBT

Le TGBT sera situé dans une logette béton extérieur avec porte métallique.

Le tableau sera conforme aux schémas fournis en annexe.

L'enveloppe du coffret sera de type métallique ou plastique avec porte (type XL160 de chez Legrand ou équivalent).

Une étiquette gravée « TGBT » sera mise en place sur la porte ainsi que le pictogramme d'avertissement « homme foudroyé ».

**Pour les raccordements des câbles en schéma TN-C, l'entreprise prévoira systématiquement les accessoires et protections des appareils de protection permettant la classe 2 du raccordement (cache-borne)**

Une attention particulière sera portée sur sa mise en place et son étanchéité (mise en place de socles, plaques à embouts, presse étoupe...).

Un jeu de plan des schémas électriques sera mis en place dans le placard dans un porte-plan.

**Information importante : Le TGBT comprend des protections raccordées sur un schéma TN-C (alimentations des bâtiments existants) et des protections raccordées sur un schéma TT (alimentation des équipements photovoltaïques). L'entreprise devra s'assurer la prise en compte des spécificités techniques de chaque schémas de liaison à la terre.**

#### 4.2.2 TD CAFE FALE

Le TD Café Falé sera situé en façade du bâtiment à proximité des comptages existants (alimentations aval récupérées et comptages déposés).

Il a pour but la récupération des deux installations monophasées du bâtiment et leur réalimentation depuis le TGBT projeté.

L'entreprise devra prévoir le cheminement du câble en façade du bâtiment depuis la liaison souterraine jusqu'à la position du TD.

Le tableau sera conforme aux schémas fournis en annexe.

L'enveloppe du coffret sera de type ou plastique avec porte (type XL125 de chez Legrand ou équivalent).

Une étiquette gravée « TD Kafé Falé » sera mise en place sur la porte ainsi que le pictogramme d'avertissement « homme foudroyé ».

Une attention particulière sera portée sur sa mise en place et son étanchéité (mise en place de socles, plaques à embouts, presse étoupe...).

**Pour les raccordements des câbles en schéma TN-C, l'entreprise prévoira systématiquement les accessoires et protections des appareils de protection permettant la classe 2 du raccordement (cache-borne)**

Un jeu de plan des schémas électriques sera mis en place dans le placard dans un porte-plan.

**Information importante : Le TD Kafé Falé sera réalisé avec un schéma de liaison à la terre de type TN-C. L'entreprise devra s'assurer la prise en compte des spécificités techniques de ce type de liaison à la terre.**

#### 4.2.3 TD UNC

Le TD UNC sera situé dans un muret technique à positionner à proximité immédiate du poteau EEWF où sont installés les compteurs existants.

Il a pour but la récupération des deux installations triphasées du bâtiment et leur réalimentation depuis le TGBT projeté.

L'entreprise devra prévoir le cheminement du câble en façade du bâtiment depuis la liaison souterraine jusqu'à la position du TD.

Le tableau sera conforme aux schémas fournis en annexe.

L'enveloppe du coffret sera de type plastique avec porte à mettre en œuvre dans un coffret S20.

Une étiquette gravée « TD UNC » sera mise en place sur la porte ainsi que le pictogramme d'avertissement « homme foudroyé ».

**Pour les raccordements des câbles en schéma TN-C, l'entreprise prévoira systématiquement les accessoires et protections des appareils de protection permettant la classe 2 du raccordement (cache-borne)**

Une attention particulière sera portée sur sa mise en place et son étanchéité (mise en place de socles, plaques à embouts, presse étoupe...).



Un jeu de plan des schémas électriques sera mis en place dans le placard dans un porte-plan.

**Information importante : Le TD UNC sera réalisé avec un schéma de liaison à la terre de type TN-C. L'entreprise devra s'assurer la prise en compte des spécificités techniques de ce type de liaison à la terre.**

#### 4.2.4 RECONSTITUTION DE LA CLASSE 2 SUR BORNES AMONT D'UN DISJONCTEUR OU INTERRUPTEUR

Aux endroits du réseau où le schéma de liaison à la terre TN-C passe en TT (tableaux généraux des bâtiment et protections électriques des équipements photovoltaïques), l'entreprise devra la reconstitution de la classe II du câble raccordé en amont de l'appareil de protection.

La reconstitution de la classe 2 devra être réalisée :

- Par la réalisation d'une isolation renforcée sur le bornier de raccordement du câble afin d'éviter tout contact avec une partie active,
- La mise en œuvre d'une protection mécanique pour isoler les parties métalliques accessibles (capot ou cache isolant).

Les travaux de reconstitution de la classe 2 des câbles d'alimentation sont nécessaires :

- Sur le raccordement amont des protections des équipements photovoltaïques et annexes situés dans le TGBT,
- Sur le raccordement amont des interrupteurs généraux des tableaux généraux des bâtiments existants.

### 4.3 CABLES BT

**La mise en œuvre des câbles de distribution devra respecter les spécificités techniques des différents schémas de liaison à la terre utilisé notamment le schéma TN-C.**

**Dans le cadre du schéma TN-C, certaines règles devront être respectées :**

- **Interdiction de couper le PEN. Les raccordements entre câbles sur le PEN devront être réalisés au moyen de liaison non démontables.**
- **La section minimale des conducteurs sera de 10mm<sup>2</sup> en Cuivre et de 16mm<sup>2</sup> en Aluminium.**

#### 4.3.1 4X95MM<sup>2</sup> U1000AR2V

Câble entre le TGBT et la liaison à récupérer du bâtiment administratif

#### 4.3.2 4X70MM<sup>2</sup> U1000AR2V

Câble entre le TGBT et le TD UNC

Câble entre le disjoncteur de branchement et le TGBT

#### 4.3.3 4X50MM<sup>2</sup> U1000AR2V

Câble entre le TGBT et le TD Kafé Falé

#### 4.3.4 4X35MM<sup>2</sup> U1000AR2V

Câble entre le TGBT et la liaison à récupérer du bâtiment SIO

#### 4.3.5 4X16MM² U1000AR2V

Câble entre le TGBT et la liaison à récupérer des bâtiments annexe Administratif et SI

### 4.4 RECUPERATION DES CABLES EXISTANTS

Les câbles d'alimentations existants en sortie des comptages à déposer seront récupérés et raccordés aux câbles souterrains mis en œuvre pour alimenter les installations depuis le TGBT projeté.

Le raccordement de ces câbles devra respecter les spécificités techniques du schéma TN-C.

Le raccordement du PEN devra se faire au moyen d'une liaison non démontable.

En souterrain le raccordement des câbles se réalisera au moyen d'une boîte de jonction étanche avec raccord résiné.

### 4.5 MALT

Les prises de terre seront réalisées selon les recommandations de la NF C 15-100.

Si les mesures de résistivité du sol ne permettent pas de garantir une valeur de résistance de terre satisfaisante par la pose d'un câble de cuivre nu en fond de fouille ou d'un piquet de terre, l'entreprise devra prévoir la fouille d'un puits remblayé de terre végétale de dimensions suffisantes pour l'obtention d'une valeur de résistance de terre inférieure à 30 Ohms.

La réalisation de ce circuit de terre s'effectuera par un câble cuivre 1 x 25 mm² cuivre nu.

Une barrette de coupure devra être mise en place à proximité du TGBT.

En aval de la barrette de coupure, un répartiteur de terre sera mis en place, il permettra le raccordement, de réaliser une interconnexion des prises de terre, des tableaux des entités présentent dans le bâtiment.

#### 4.5.1 TERRE DES MASSES DU TGBT

#### 4.5.2 TERRE DES MASSES DE LA LOGETTE DE COMPTAGE

La terre des masses de la logette de comptage servira pour la mise à la terre du tableau de comptage mais également pour la mise à la terre du PEN sur le raccordement aval du sectionneur.

#### 4.5.3 TERRE DU NEUTRE DE LA LOGETTE DE COMPTAGE

L'ensemble comprend :

- La réalisation de la prise de terre du neutre par un câble cuivre isolé U1000 R2V d'une longueur de 8 mètres minimum et de section 25 mm², puis d'un câble de cuivre nu de section 25² serti sur le précédent, à dérouler en « S » en fond de tranchée sur toute la largeur. La valeur de cette prise de terre devra être inférieure à 30 Ohms.
- La connexion de la prise de terre sur le neutre du câble de réseau sera effectuée par l'intermédiaire d'un raccord de mise à la terre à perforation d'isolant référence ESA25 de chez SIMEL.

NOTA 1 : Les distances de voisinages des ouvrages devront être respectées (8ml d'un ouvrage OPT, 15ml du poste de transformation...). Ces distances seront à valider en fonction de la résistivité de sol.

NOTA 2 : La terre du neutre ne devra pas être en contact avec celle des éclairages extérieurs (terres séparées).

## 5 TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES VRD

D'une façon générale les différents matériaux utilisés à la réalisation des travaux devront répondre aux spécifications des normes de Wallis et Futuna lorsqu'elles existent, des normes AFNOR ou internationales équivalentes, du Cahier des Clauses Techniques Générales (C.C.T.G.) français.

Les documents de référence pour les travaux du présent marché seront ceux de l'Administration française métropolitaine et du territoire, sauf spécifications contraires dans le présent CCTP.

La réalisation des réseaux souterrains est soumise à de nombreux textes réglementaires fixant en particulier les conditions de pose, les couvertures minimales de câbles ; les distances entre les différents réseaux.

Les documents réglementaires et/ou normatifs sont sujets à révision et le titulaire devra appliquer les arrêtés, textes et normes en vigueur au moment de la réalisation du projet.

Les principaux textes de référence sont (liste non exhaustive) :

NF C 11-201 : Réseau de distribution d'énergie électrique

NF C 13-100 : Poste de livraison

NF C 14-100 : installations de branchement en basse tension

Les arrêtés applicables aux réseaux de distribution d'énergie électrique (N°2007-893/GNC, UTE C11-201)

Les conditions et règles du SPT, en particulier le chapitre 2.3 : « Liste et codes des ouvrages normalisés de la série des prix SPT » (doc 687 GC du mois d'août 1991).

Le GTD du concessionnaire EEWf

Les préconisations du concessionnaire prévaudront sur ces textes.

### **Références Géométriques :**

#### **En planimétrie**

Tous les points sont repérés au système de coordonnées LAMBERT.

#### **En altimétrie**

Tous les plans sont rapportés au zéro du nivellement du réseau NGWF et toutes les altitudes sont exprimées en mètres. Les lignes de référence choisies pour définir les ouvrages sont situées :

- Pour les profils en long la chaussée terminée,
- Pour les profils en travers la chaussée terminée.

Toutes les côtes des profils en travers sont rattachées aux côtes de ces lignes de référence.

Profils en travers types

Les ouvrages sont réalisés suivant les profils en travers types du présent du marché.

### **Prestations :**

#### **Réalisation des réseaux d'infrastructure électrique BT**

Ils consistent à la réalisation des tranchées conformément aux coupes situées sur les plans de distribution, la pose des murets techniques et des regards

Listing des prestations BT,

- L'implantation et le piquetage des infrastructures,
- L'exécution des fouilles y compris tous étalements,
- Le transport, le déchargement à pied d'œuvre et la pose des fourreaux, des grillages avertisseurs incluant le remblai, lit de pose et compactage
- L'évacuation des matériaux excédants impropres aux remblais
- L'apport de matériaux de remblais si nécessaire
- Les enrobages en béton et les massifs en béton
- Le transport, le déchargement à pied d'œuvre et la pose des murets techniques
- Le transport, le déchargement à pied d'œuvre et la pose des logettes bétonnées
- Le transport, le déchargement à pied d'œuvre et la pose des chambres de tirage
- La réalisation des chambres de tirage coulées en place
- La réalisation de fausses chambres de tirage
- Le nettoyage du chantier
- L'ensemble des essais et des opérations préalables à la réception des réseaux
- Les plans de récolement des réseaux au format Neige

## 5.1 IMPLANTATION, PIQUETAGE ET RECOLEMENT

Le titulaire devra réaliser la réunion de piquetage nécessaire au démarrage des travaux. Toute modification des plans approuvés nécessitera de faire une nouvelle consultation des concessionnaires et la réalisation de nouveaux plans approuvés auprès de leurs services.

Le titulaire transmettra au géomètre l'ensemble des éléments nécessaires à l'implantation et à l'établissement des plans de récolement des conduites et ouvrages mis en place.

Le titulaire devra fournir les plans de récolement au format NEIGE au plus tard deux semaines avant la réception des ouvrages.

Il devra être indiqué sur ces plans :

- Type, nombre, section des fourreaux et des câbles BTA\*
- Profondeur par rapport au sol fini\*
- Changements de pente, profondeur ou direction
- Coordonnées de X, Y et Z des points de croisement entre les réseaux électriques et les autres canalisations enterrées
- Position et type de boîtes de jonction
- Position et dimension des chambres de tirage
- Position, type et équipements des murets techniques
- Numérotation de l'ensemble des réseaux
- Côtes par rapport à des ouvrages caractéristiques (regards, bordure de trottoir...)

\* un point de mesure tous les 10m

Des contrôles de précision des données pourront être effectués par le pilote et/ou le concessionnaire. Ils seront à la charge du titulaire si les données fournies s'avèrent inexactes.

Rappel : Les distances de voisinages entre les différents réseaux devront être de 20 cm en cheminement parallèle et aux croisements. La distance entre le bord de fouille et les réseaux est fixée à 10cm

## 5.2 FOUILLES EN TRANCHEES

Le présent poste est chiffré au m3.

Les fouilles seront réalisées en terrain de toute nature conformément aux coupes jointes (plan de distribution des réseaux) à la présente consultation. Aucune modification ne sera réalisée sans un avis favorable et écrit des différents intervenants.

Les fouilles seront réalisées à la pelle mécanique par petites longueurs et refermées au fur et à mesure de l'avancement. Si le terrain le permet, d'autres moyens, telle une trancheuse, pourront être utilisés.

### 5.3 LIT DE POSE ET REMBLAIEMENT DE CALAGE EN SABLE OU POUSSIER

Prix au m<sup>3</sup> comprenant la fourniture, le transport et la pose de sable ou poussier criblé. Inclus compactage.

L'épaisseur du lit de pose ne doit pas être inférieure à 10 cm en fond de fouille.

La charge de remblai sur la génératrice supérieure devra également être de 10 cm minimum.

Le lit de pose sera soigneusement damé pour éviter tout tassement ultérieur. Il sera exécuté à l'aide de matériaux fins, manœuvrables à la pelle à main de type scorie tamisée, poussier de carrière ou sable de rivière.

La qualité du matériau de remblai sera approuvée par EEFW et le pilote avant mise en place.

Autour de chaque remontée, les fourreaux seront protégés pour éviter d'éventuelles dégradations dues à la réalisation du remblai et du compactage.

### 5.4 REMBLAIEMENT DES FOUILLES

Les matériaux étant issus des matériaux de déblai, ils seront soumis à l'accord du pilote et du maître d'œuvre.

A la suite de la première couche de remblai et de la pose du grillage avertisseur, le remblai sera réalisé par couches successives compactées de 20cm avec des matériaux homogènes sans cailloux.

Enrobage béton

Fourniture, transport et pose du m<sup>3</sup> de béton pour l'enrobage des fourreaux et/ou réalisation de la protection en partie haute au passage des zones à risques.

Les fourreaux devront être enrobés au minimum de 20 cm de béton de caractéristiques CPJ45 dosé à 150Kg/m<sup>3</sup>.

### 5.5 EVACUATION DES DEBLAIS

Le présent poste est chiffré au m<sup>3</sup>.

Les matériaux étant issus des matériaux de déblai seront évacués à la décharge autorisée la plus proche.

### 5.6 ENROBAGE BETON

Fourniture, transport et pose du m<sup>3</sup> de béton pour l'enrobage des fourreaux et/ou réalisation de la protection en partie haute au passage des zones à risques.

Les fourreaux devront être enrobés au minimum de 20 cm de béton de caractéristiques CPJ45 dosé à 150Kg/m<sup>3</sup>.

### 5.7 FOURREAUX ET GRILLAGE AVERTISSEUR

Les fourreaux seront du type TPC (polyéthylène) rouges pour les réseaux l'éclairage extérieur.

Les conduites seront aiguillées en nylon 20/10ème

Le grillage avertisseur imputrescible sera de couleur rouge commun avec celui prévu pour la basse tension.

La distance de voisinage des réseaux courants forts de tout autre réseau sera de 20cm minimum.

#### 5.7.1 TPC Ø110 ROUGE

#### 5.7.2 TPC Ø63 ROUGE

#### 5.7.3 GRILLAGE AVERTISSEUR

### 5.8 REPRISE D'ENROBE OU DE BETON

L'entreprise devra la reprise des couches superficielles traversées par les tranchées à réaliser.

Selon le type de support (enrobé ou béton) traversé l'entreprise devra la reprise de la couche superficielle conformément au matériau d'origine.

### 5.9 CHAMBRE DE TIRAGE

Le prix comprend :

- La fourniture, le transport et la pose des chambres de type préfabriquées
- La réalisation des chambres coulées sur place toutes sujétions comprises
- Le scellement du cadre et la pose des tampons (cadre et tampons fournis par le maître d'ouvrage dans les quantités prévues au présent CCTP)
- La réalisation du drain en effectuant la pose des chambres sur un lit de pierre sèche de 30cm d'épaisseur
- L'aiguillage en nylon 20/10ème des conduites
- Les tampons fontes 250kN

**En aucun cas elles ne devront être situées sur une voie de circulation de véhicule, y compris dans les parkings.**

#### 5.9.1 CHAMBRE E2

#### 5.9.2 CHAMBRE E3

### 5.10 MURET TECHNIQUE

Le muret sera posé sur une semelle en béton posée en pleine fouille et dosé à 300kg/m3 afin d'apporter une stabilité à l'ouvrage. La tenue de terre et la poussée éventuelle, des murets positionnés en encastrement dans les talus, devront être pris en compte.

Finition et teinte à définir avec le maître d'ouvrage avant pose de l'armoire électrique (2 couches de peinture de propreté à inclure au prix du muret).

Le crochet de levage du muret technique sera supprimé après la pose et un ragréage sera réalisé sur l'ensemble afin d'obtenir un ensemble homogène lisse.

Le muret sera implanté sur le domaine privé de manière à positionner la face avant en limite du domaine public.

Le prix comprend la fourniture, le transport, le déchargement à pied d'œuvre et la pose toutes sujétions comprises. Il devra inclure, dans le cas d'une implantation sur un accotement non horizontal, la mise en place d'une bordure P2.

#### 5.10.1 MURET TECHNIQUE M1

### **5.11 LOGETTE DE COMPTAGE/TGBT**

L'entreprise devra la réalisation d'une logette de comptage/local TGBT en béton avec porte métallique, à réaliser selon les plans fournis (RS01 – Plan de la logette de comptage – LCAMT1) et les préconisations du concessionnaire EEWf.