

Sigle installateur

Société :

Adresse :

Tel :

STEG

8 rue Kemal Ataturk, Tunis

A l'attention de Monsieur le Président Directeur Générale de la STEG

Objet : Demande de réalisation d'une **étude détaillée de raccordement** d'une installation photovoltaïque d'autoproduction de puissance [....] kW sis à [...]

Monsieur le président Directeur Général,

Nous venons par la présente demande votre accord pour la réalisation d'une **étude détaillée de raccordement** au réseau STEG d'une station photovoltaïque **Moyenne Tension** au nom de de puissance KW à [.....] pour le compteur de **référence** [.....] sis à [...] .

Nous vous prions de trouver ci-joint :

- 3 Copies du dossier technique.
- Copie numérique

Mail de communication de la réponse :

Dans l'attente de votre réponse veuillez agréer, Monsieur l'expression de nos salutations les plus distinguées.

Cachet et signature

Sigle installateur

Dossier technique d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau **Moyenne tension**

Composition du dossier :

Partie I : Etude de l'installation photovoltaïque

Partie II : Etude Du poste de Livraison

Partie III : Etude de conformité (pour les IPV MT $\geq 100\text{KWc}$)

Partie VI : Etude de Sélectivité (pour les IPV MT $> 1\text{MWc}$)

Partie VI : Etude Technico-Economique

Partie -- : Etude de la protection de découplage/déconnexion (pour les IPV MT $\geq 250\text{kWc}$)

Client HTA :

Référence :

Localisation avec coordonnées GPS :

Puissance :

Installateur :

Date :

Version :

Sigle installateur

SOMMAIRE

A compléter

.....

Sigle installateur

Partie I :

Etude de l'installation photovoltaïque

Sigle installateur

I. Introduction générale

(Descriptif du projet, date prévisionnelle de mise en service)

II. Documentation de la Solution proposée

Désignation	Annexe
Accord préliminaire STEG	N°1
Simulation PVsyst ou équivalent	N°2
Attestation de conformité de la structure délivrée par un bureau de contrôle	N°3
Schéma unifilaire détaillé en format A3 (à mentionner longueurs, sections câbles et caractéristiques techniques équipement, mise à la terre)	N°4
Plan d'implantation (poste de transformation, IPV)	N°5
Plan de situation	N°6
Plan d'implantation	N°7
schéma de câblage des panneaux et disposition des chaînes	N°8
schéma de câblage des coffrets DC	N°9
schéma de câblage des coffrets AC	N°10
Les certificats exigés de l'onduleur (pour les puissances inférieures à 100 KWc):	N°11
○ Un rapport d'essai comprenant (Les courants harmoniques injectés pour la puissance nominale du rang 2 au rang 50) ▪ Le diagramme P/Q ▪ La contribution maximale des courants de court circuit ○ Les certificats de conformité à la norme VDE 0126-1-1 :2013-08 <u>Ou</u> Certificats de conformité à la norme VDE-AR-N 4105:2011-08, VDE 0124-100:2012-07, plus CEI 62109-1:2010 et CEI 62109-2:2011 <u>Ou</u> Certificat de conformité à la norme VDE-AR-N 4105:2018-11, VDE 0124-100:2020-06 plus CEI 62109-1:2010 et CEI 62109-2:2011	

Sigle installateur

La déclaration de conformité aux directives relatives à la comptabilité électromagnétique 2014/30/UE	
Les certificats exigés de l'onduleur (pour les puissances supérieures à 100 KWc): - Les certificats de conformité à la norme VDE 0126-1-1 :2013-08 <u>Ou</u> certificats de conformité à la norme VDE-AR-N 4105:2011-08, VDE 0124-100:2012-07, plus CEI 62109-1:2010 et CEI 62109-2:2011 <u>Ou</u> certificat de conformité à la norme VDE-AR-N 4105:2018-11, VDE 0124-100:2020-06 plus CEI 62109-1:2010 et CEI 62109-2:2011 - La déclaration de conformité aux directives relatives à la comptabilité électromagnétique 2014/30/UE	N°12
Dossier Administratif (CIN, Registre de commerce , Contrat , Dernière facture payee)	N°13

III. Equipements de la Solution proposée

Désignation	Nombre	Marque	Référence	Annexe
Modules				N°14
Onduleurs				N°15
Fusibles				N°16
Parafoudres DC				N°17
Interrupteurs Sectionneurs DC				N°18
Parafoudre AC				N°19

Sigle installateur

Interrupteur sectionneur général				N°20
Disjoncteurs AC				N°21
Disjoncteur général AC				N°22
Câble DC	***		***	N°23
Câble AC	***		***	N°24
Cable de mise à la terre				N°25
Connecteur MC4	***			N°26
Répartiteurs				N°27
Chemin de câble	***			N°28
Relais de la protection découplage externe				N°29

A suivre l'ordre de ce tableau pour la mise de la documentation des annexes

IV. Caractéristiques Techniques des équipements choisis :

1. Panneau

Marque	
Référence	
Puissance unitaire (W) (STC)	
V _{mpp} (STC)	
I _{mpp} (STC)	
V _{oc} (STC)	
I _{sc} (STC)	
Coefficient de température V _{oc} (STC)	
Coefficient de température I _{sc} (STC)	
IRM	

2. Onduleur (s)

Numéro onduleur	Nombre panneaux	Puissance crête DC	Rapport de puissance
-----------------	-----------------	--------------------	----------------------

Sigle installateur

1	A fractionner la cellule selon nombre MPPT et chaînes/MPPT		
2			
.....			

a. Onduleur N°1/...

Onduleur 1/2/...	
Marque	
Référence	
Puissance AC(W)	
Vdcmax (V)	
Idcmax/MPPT (A)	
Iscmax /MPPT (A)	
Nb MPPT	
Nb entrées /MPPT	
Plage MPPT (V)	
Plage de tension d'entrée (V)	
Puissance AC (kVA)	
Tension de sortie (V)	
Iac max(A)	

3. Caractéristiques équipements DC et AC :

Équipement	Caractéristiques techniques
Fusibles	U _{fusible} = I _{fusible} =
Parafoudre DC	Type 1 ou 2 U _{cpv} = U _p = I _n = I _{scpv} =
Interrupteur sectionneur DC	U _{sec} = I _{sec} =
Disjoncteur (différentiel) AC	U _{dis} = I _n =

Sigle installateur

	Pouvoir de coupure = Sensibilité =
Parafoudre AC	Type 1 ou 2 Ucpv = Up = In = Iscpv =
Section câbles DC	Section Courant admissible Iz=
Section câbles AC	Section Courant admissible Iz=

Indiquer si le bâtiment est équipé d'un paratonnerre ou d'un groupe électrogène.

4. Compatibilité de l'onduleur :

- /// T_{min} : Température minimale du module prise égale à -10°C
- /// T_{max} : Température maximale du module prise égale à 85°C
- /// β : coefficient tension/température du module photovoltaïque donnée par le fabricant du module en $\%/^{\circ}\text{C}$
- /// α : coefficient courant/température du module photovoltaïque donnée par le fabricant du module en $\%/^{\circ}\text{C}$
- /// $U_{mpptmax}$: Tension maximale de la plage MPPT de l'onduleur
- /// $U_{mpptmin}$: Tension minimale de la plage MPPT de l'onduleur
- /// I_{max} : le courant d'entrée maximal par mppt
- /// I_{cc} : le courant de court circuit de l'onduleur par mppt
- /// I_{sc} : le courant de court circuit du panneau

Sigle installateur

❖ **Nombre maximal de panneau en série (protection onduleur –champ PV)**

$$N_{smax} = E^{-} \left(\frac{U_{dcmax}}{V_{oc} (\text{à } -10^{\circ}\text{C})} \right)$$

$$V_{oc} (\text{à } -10^{\circ}\text{C}) = V_{oc} * \left(1 + \frac{\beta}{100} * (-10 - 25^{\circ}\text{C}) \right); \beta \text{ en } \%/^{\circ}\text{C} \text{ et } T_{min} = -10^{\circ}\text{C}$$

U_{dcmax} : tension d'entrée maximale de l'onduleur

Application numérique

❖ **Nombre optimal de panneau en série**

$$N_{soptimal} = E^{-} \left(\frac{U_{mpptmax}}{V_{mp} (\text{à } -10^{\circ}\text{C})} \right)$$

$$V_{mp} (\text{à } -10^{\circ}\text{C}) = V_{mp} * \left(1 + \frac{\beta}{100} * (-10 - 25^{\circ}\text{C}) \right); \beta \text{ en } \%/^{\circ}\text{C} \text{ et } T_{min} = -10^{\circ}\text{C}$$

Application numérique

❖ **Nombre minimal de panneau en série**

$$N_{smin} = E^{+} \left(\frac{U_{mpptmin}}{V_{mp} (\text{à } 85^{\circ}\text{C})} \right)$$

$$V_{mp} (\text{à } 85^{\circ}\text{C}) = V_{mp} * \left(1 + \frac{\beta}{100} * (85 - 25^{\circ}\text{C}) \right); \beta \text{ en } \%/^{\circ}\text{C} \text{ et } T_{max} = 85^{\circ}\text{C}$$

Application numérique

❖ **Nombre maximal de chaines en parallèle (protection - cas cc)**

$$N_{pmax} = E^{-} \left(\frac{I_{cc \text{ onduleur}}}{I_{sc} (\text{à } 85^{\circ}\text{C})} \right)$$

$$\text{Avec } I_{sc} (\text{à } 85^{\circ}\text{C}) = I_{sc} * \left(1 + \frac{\alpha}{100} * (T_{max} - 25^{\circ}\text{C}) \right); \alpha \text{ en } \%/^{\circ}\text{C}; T_{max} = 85^{\circ}\text{C}$$

Application numérique

❖ **Nombre optimal de chaines en //**

$$N_{optimal} = E^{-} \left(\frac{I_{max}}{I_{mp} (\text{à } 85^{\circ}\text{C})} \right)$$

Sigle installateur

Avec I_{mp} (à 85°C) = $I_{mp} * (1 + \frac{\alpha}{100} * (T_{max} - 25°C))$; α en %/°C ; T_{max} = 85 °C

Application numérique

❖ Compatibilité en puissance

Les puissances du générateur photovoltaïque et de l'onduleur doivent être mutuellement accordées. Le rapport entre la puissance du générateur photovoltaïque et la puissance nominale AC des onduleurs doit être compris entre 0.9 et 1.3.

$$0.9 \leq \frac{P_{cpv}}{P_{ac\ ond}} \leq 1.3$$

Application numérique

V. Dimensionnement Dispositifs de protection coté DC :

1. Nombre maximal de chaînes en parallèle sans protection

$$N_{cmax} \leq (1 + I_{RM}/I_{sc-STC})$$

Nombre maximal de chaînes en parallèle par dispositif de protection

$$N_{pmax} \leq 0.5(1 + I_{RM}/I_{sc\ max})$$

Application numérique

.....

2. Fusible DC

Exigences :

Sigle installateur

- Tension assignée d'emploi: $U_{\text{fusible}} \geq V_{\text{ocmax}} (-10^{\circ}\text{C})$
- Courant assigné 1.1 $I_{\text{scmax}} = 1.1 * 1.25 I_{\text{scSTC}} \leq I_{\text{fusible}} \leq I_{\text{rm}}$

Application numérique

In fusible utilisé =(A)

Un fusible utilisée =(V)

.....

Indiquer la référence le type et le fabricant du fusible choisi

3. Interrupteur sectionneur DC

Exigences :

- Tension de l'interrupteur sectionneur $U_{\text{sec}} > V_{\text{oc}}(-10^{\circ}\text{C})$ champ PV
- Courant de l'interrupteur sectionneur $I_{\text{sec}} > 1,25 \times I_{\text{sc}}$ champ PV
(cas bifacial $I_{\text{sec}} > I_{\text{sc}}$ avec gain) champ PV)

Application numérique

Iintersect utilisé =(A)

Uintersect utilisée =(V)

Indiquer la référence le type et le fabricant de l'intersec choisi

.....

Sigle installateur

4. Parafoudre DC

Exigences :

- Type I ou type II
- Tension maximale de régime permanent $U_{cpv} > U_{oc\ max} = 1.2 U_{ocSTC}$
- Niveau de protection d'un parafoudre $U_p < 80\ %$ de la Tension de tenue aux chocs des équipements (modules, onduleurs) et ($U_p < 50\ %$ pour les équipements distants de plus de 10mètres)
- Courant nominal de décharge $I_n > 5\ kA$
- Courant de tenue en court-circuit $I_{scpv} > I_{scmax\ PV} = 1.25 I_{scSTC}$

Application numérique

U_{cpv} utilisé =

U_p =

I_n utilisé =

I_{scpv} utilisé =

Indiquer la référence le type et le fabricant du parafoudre choisi

VI. Dimensionnement Dispositifs de protection coté AC :

1. Disjoncteur (différentiel) AC :

Préciser le schéma de la liaison à la terre.

- Si TN la mise en œuvre d'un différentiel n'est pas exigé
- Si TT obligatoire

Exigences :

- Tension assignée d'emploi $U_e = 230\ V$ ou $400\ V$ en général
- $I_{max\ onduleur} \leq$ le courant d'emploi (courant assigné) $I_e \leq I_z\ cable\ AC$
- Sensibilité : $30\ mA$ (applications domestiques)

Application numérique

U_{dis} =

Sigle installateur

In disj =

Sensibilité disj =

.....

Indiquer la référence le type et le fabricant du disjoncteur AC choisi

2. Parafoudre AC

Exigences :

- Type I ou Type II
- Tension maximale de régime permanent $U_c > 1.1 \cdot (U_e = 230)$
- Niveau de protection d'un parafoudre $U_p < 80 \%$ de la tension de tenue aux chocs des équipements à protéger et ($U_p < 50\%$ pour les équipements distants de plus de 10mètres)
- Courant nominal de décharge $I_n > 5 \text{ Ka}$

Application numérique

.....

Uutilisé =....

Inutilisé =.....

Up =

Indiquer la référence le type et le fabricant du parafoudre AC choisi

Sigle installateur

3. Interrupteur sectionneur général AC :

Exigences :

- Tension de l'interrupteur sectionneur $U_{sec} \geq U_{ond}$
- Courant de l'interrupteur sectionneur $I_{sec} > \text{nbre onduleur} \times I_{max}$

Indiquer la référence le type et le fabricant de l'interrupteur choisi

VII. Dimensionnement Câble DC/AC

Exigences :

La température ambiante utilisée pour dimensionner les câbles DC/AC :

- ❖ Enterré : 25 °C
- ❖ Dans un Local technique : 50 °C
- ❖ Dans un chemin de câble non exposé au soleil : 50 °C
- ❖ Dans un chemin de câble exposé au soleil : 80 °C

1. Câbles DC

Le choix du courant admissible I_z des câbles de chaînes PV doit tenir compte des différents facteurs de correction définis dans l'NF C 15-100.

Courant admissible :

$$I_z' = I_z * (K1 * K2 * K3 * K4) \text{ A calculer}$$

Sigle installateur

Avec :

I_z' : courant maximum admissible du câble choisi en tenant compte des conditions de pose

I_z : courant admissible du câble choisi

K_1 : facteur de correction prenant en compte le mode de pose

K_2 : facteur de correction prenant en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte (groupement de circuits)

K_3 : facteur de correction prenant en compte la température ambiante et la nature de l'isolant

K_4 : facteur de correction prenant en compte le nombre de couches de câble dans un chemin de câbles

A spécifier les tronçons considérés pour le calcul.

❖ **Modes de pose**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Méthodes de référence**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Groupement de circuits**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Facteurs de correction pour pose en plusieurs couches**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Température ambiante**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Nombre de couches**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ **Résistivité thermique de sol**

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

Sigle installateur

(En cas de câbles enterrés)

NB : Néanmoins, toute autre disposition mentionnée à la norme NC 15-100 est applicable

Conclusion :

Courant admissible du câble DC :	Section :	Courant admissible Iz :...	Courant corrigé Iz':.....
--	-----------------	----------------------------	---------------------------

2. Calcul de chute de tension DC:

$$\Delta u = 2 \times \rho \times \frac{L}{S} \times I_{mpSTC}$$

$$\Delta u \text{ (en \%)} = 100 \times \frac{\Delta u}{U_{mp}}$$

La chute de tension totale est limitée à 3% .

$\rho = 0,02314 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre
et

$\rho = 0,037 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ pour l'aluminium

La chute de tension doit se calculer pour tous les tronçons.

Tableau à modifier selon la configuration de l'installation

	$\rho \text{ (}\Omega\text{mm}^2/\text{m}\text{)}$	L(m)	I(A)	Section(mm ²)	V	Δu	$\Delta u \text{ \%}$
Ch PV 1_ond1		...	...	...	...	...	...
Ch PV 2_ond1							
...							

Sigle installateur

	ρ	L	I	Section	V	Δu	$\Delta u \%$
Ch PV 6_ond2		...	...	...	...	...	...
Ch PV 7_ond2							
...							

Conclusion :

.....

❖ Caractéristiques des câbles DC minimales :

Le câble doit avoir les caractéristiques techniques minimales suivantes :

- Type de câble : unipolaire, double isolation, résistant aux ultraviolets ;
- Section des câbles : normalisée ;
- Respect des normes des câbles pour courant continu.

Ainsi, il est prévu que :

- La température maximale admissible sur l'âme en régime permanent est de 90°C ou 120°C. (isolation PRC)
- La température maximale admissible sur l'âme en régime de court-circuit est de 250°C.
- Tension maximale en courant continu : 1,8 kV.
- Tension assignée en courant alternatif : U_0/U : 0,6/1 (1,2) kV
 - U_0 : la valeur efficace entre l'âme d'un conducteur
 - U : la valeur efficace entre les âmes conductrices de deux conducteurs

3. Câble AC

Le choix du courant admissible I_z des câbles AC doit tenir compte des différents facteurs de correction définis dans l'NF C 15-100.

Courant admissible :

Sigle installateur

$$I_z' = I_z * (K1 * K2 * K3 * K4) \text{ A calculer}$$

Avec :

I_z' : courant maximum admissible du câble choisi en tenant compte des conditions de pose

I_z : courant admissible du câble choisi

$K1$: facteur de correction prenant en compte le mode de pose

$K2$: facteur de correction prenant en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte (groupement de circuits)

$K3$: facteur de correction prenant en compte la température ambiante et la nature de l'isolant

$K4$: facteur de correction prenant en compte le nombre de couches de câble dans un chemin de câbles

❖ Modes de pose

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Méthodes de référence

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Groupement de circuits

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Facteurs de correction pour pose en plusieurs couches

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Température ambiante

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Nombre de couches

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

❖ Résistivité thermique de sol

A décrire et à joindre le tableau de la norme avec indication sur le tableau

Sigle installateur
(en cas de câbles enterrés)

Conclusion :

Courant admissible du câble AC :	Section :	Courant corrigé Iz':....	Courant admissible Iz :...
---	-----------------	-----------------------------	-------------------------------

4. Chute de tension AC :

La chute de tension doit se calculer pour tous les tronçons jusqu'au point d'injection.

$$\Delta u = b \left(\rho \times \frac{L}{S} \times \cos\varphi + \lambda * L * \sin\varphi \right) * I_{\max \text{ ond}}$$

$$\Delta u \text{ (en \%)} = 100 \times \frac{\Delta u}{V_e}$$

La chute de tension totale est limitée à 3%.

b=1 pour les circuits triphasés et b=2 pour les circuits monophasés

$\rho = 0,02314 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre

$\rho = 0,037 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ pour l'aluminium

	b	ρ	L	I	S	λ	$\cos(\varphi)$	$\sin(\varphi)$	V	Δu	$\Delta u \text{ (en \%)}$
Onduleur →_coffret AC	-					0,00008	0,8	0,6	230		
Coff AC →TGBT	--					0,00008	0,8	0,6	230		

Conclusion :

$\Delta u_{\text{tot}} = \Delta u_1 + \Delta u_2$ avec

Δu_1 est la chute de tension entre onduleur et coffret Ac et

Δu_2 est la chute de tension entre coffret AC et TGBT

VIII. Description du câblage des panneaux et de la mise à la terre

Le câblage des panneaux doit se faire conformément au référentiel STEG afin de minimiser la boucle d'induction

Sigle installateur

A Choisir la section des câbles de mise à la terre conformément au référentiel STEG

IX. Description de la mise en œuvre de la structure

A décrire

Prévoir une attestation de conformité fournit par un bureau de contrôle que la structure supporte les charge de l'IPV et un vent de 120km/h (note de calcul et construction)

X. Protection de découplage :

A spécifier les paramètres de réglage de la protection de découplage et le type , la marque et la référence de la protection

XI. Système de comptage :

ANNEXE IPV

A suivre l'ordre du (tableau I) pour la mise de la documentation des annexes

Sigle installateur

Partie II :

Etude Du poste de Livraison

Sigle installateur

N	Eléments	Oui/Non
1	Comptage BT	
2	Comptage HTA	
3	Un mémoire descriptif et technique	
4	Descriptif technique des matériels	
5	Un schéma électrique détaillé	
6	Plan génie civil	
7	Plan équipement électrique	
8	Fourniture d'un RTU (pour l'installation de puissance installée est supérieure à 100kW et le poste de transformation est à comptage MT)	

Sigle installateur

Partie III :

Etude de conformité (pour les IPV MT >=100kw)

Sigle installateur

Partie VI :

Etude de Sélectivité (pour les IPV MT >1MW)

Sigle installateur

Partie VI :

Etude Technico-Economique