

# CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

Tous les équipements constituant les installations photovoltaïques doivent être neufs, convenablement étiquetés et fournis à l’ANME et la commune bénéficiaire des installations avec la documentation technique nécessaire.

Les équipements et les travaux d‘installation devront obligatoirement répondre aux exigences suivantes:

## Champ photovoltaïque

* Les modules solaires doivent être soit en silicium cristallin ou en silicium poly-cristallin.
* Les modules photovoltaïques devront résister aux conditions ambiantes climatiques au Gouvernorat de Bizerte. A ce titre, les modules devront fonctionner dans les conditions extrêmes suivantes :
  + Température : -40° à + 85° C ;
  + Humidité relative : jusqu’à 100% ;
  + Vitesse du vent : jusqu’à 190 km/h
  + Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons < 25 mm).
* Les modules doivent avoir les caractéristiques techniques minimales suivantes :
  + Puissance crête minimale (STC) : 400 Wc ;
  + Rendement minimum : 17% ;
  + Face avant : verre de sécurité ;
  + Diodes by-pass ;
  + Indice de protection de la boite de jonction : IP67,
  + Tolérance de puissance : 0 / +5 Wc,
* Les modules devront être conformes aux normes :
  + CEI – 61215 : Qualification de la conception et homologation.
  + EN 61730-1 et EN 61730-2 : Qualification pour la sureté de fonctionnement des modules photovoltaïques.
* Tous les modules photovoltaïques doivent disposer d’un certificat d’agrément fourni par l’ANME.
* Les modules photovoltaïques doivent être testés, certificats à l‘appui, par un laboratoire agréé ;
* Les modules devront être garantis pour une période minimale de 10 ans.
  + - 20 ans sur les performances des modules photovoltaïques (baisse de productible garantie inférieure à 10 % sur 10 ans et 20% sur 20ans).
    - Garantie produit de 10 ans (à minima) sur les modules photovoltaïques (matériel, main d’œuvre et déplacements)
    - 5 ans (à minima) de garantie produit pour les onduleurs et autres composants électroniques et matériels

## Fixation des modules (pour les installations en toiture)

* Les modules devront être installés à l’aide de supports lestés (graviers, dalles…). Le poids du lestage sera déterminé en fonction de la hauteur du bâtiment et de son emplacement.
* Les supports des modules devront résister aux conditions climatiques extrêmes locales.
* Le soumissionnaire doit vérifier que l'ancrage ou le système de lestage utilisé est suffisant pour maintenir l'installation en place dans les conditions climatiques extrêmes. Il doit vérifier également que la toiture et la structure portante peuvent accepter la charge supplémentaire (statique) et les effets dus au vent (dynamique).
* Le titulaire du marché devra fournir avant le démarrage des travaux une note relative à la tenue mécanique des supports.
* La pose des supports devra assurer la planéité du champ de modules et à ce que les eaux de pluie ne puissent s'y accumuler.
* Une attention toute particulière devra être accordée à la ventilation des modules dont l'échauffement entraîne une perte de rendement et a une incidence sur la durabilité des modules.
* Toute la visserie utilisée devra être de type inoxydable.
* L'installation photovoltaïque ne doit pas avoir de conséquence négative pour l'étanchéité de la toiture. L'installateur doit procéder à ses frais à la réfection de l'étanchéité touchés par les travaux s'installation.
* L'angle d'inclinaison du support doit être proposé par le soumissionnaire pour une production adaptée à la consommation du bâtiment concerné et aux caractéristiques de la terrasse.

## Mise en place des champs photovoltaïques

* Les modules devront être fixés sur des structures-supports,
* Des bases en béton doivent être coulées pour tous les supports. Ces fondations doivent non seulement empêcher que les panneaux s’enfoncent ou soient renversés par le vent, mais aussi garantir le maintien de l’inclinaison et de l’orientation des panneaux.
* Les modules seront fixés à leurs châssis à l’aide de visseries fournies par le constructeur. Pour ces fixations, il est recommandé d’employer autant que possible des boulons en acier inoxydable ou de même matériau que le châssis des modules afin d’éviter la corrosion due à l’électrolyse des métaux.
* Les distances entre les rangés de modules devra être calculée de façon à éviter les ombrages provoqués par une rangée de modules sur l’autre.

## Onduleurs

* Ils doivent être de type onduleurs pour installations solaires raccordée réseau compatibles avec les caractéristiques du réseau électrique de distribution, les exigences de la STEG et permettant :
  + Une bonne synchronisation avec le réseau, ce qui inclue de délivrer un signal sinusoïdal de qualité, un déphasage faible et peu d‘harmoniques par rapport à la phase du réseau, de faibles perturbations électromagnétiques ;
  + Un déclenchement automatique en cas de coupure du réseau et une qualité de courant qui correspond aux valeurs maximales admissibles pour le réseau ;
  + Un rendement de conversion du courant photovoltaïque le plus élevé possible sur la plage de tension la plus large possible ;
  + Une plage d‘entrée en tension importante car elle conditionne le nombre de panneaux à connecter en série dans le champ.
  + Un fonctionnement optimal grâce au MPPT.
* Les onduleurs devront être équipés d‘un système de protection de découplage intégré conformément aux spécifications de la norme allemande DIN VDE 0126 (certificat d‘essais de type à l‘appui).
* L‘onduleur doit être capable d‘accepter le courant et la tension maximum du champ photovoltaïque.
* Si l‘onduleur, de par sa technologie de fabrication, génère une composante continue sur le réseau, sa valeur ne doit pas dépasser celle précisée par la CEI 61000-3-2.
* **Le dimensionnement de l‘onduleur doit être réalisé en adéquation avec la puissance du champ photovoltaïque**.
* Les calculs de dimensionnement de l’onduleur devront être effectués en se référant au logiciel du fournisseur des onduleurs.
* Afin de limiter les pertes, l'onduleur doit être placé le plus près possible des panneaux photovoltaïques (pour une distance dépassant les 10m prévoir les protections nécessaires).
* Le rendement optimal de l'onduleur devra être supérieur ou égal à 97%. Son rendement pour une charge égale à 10% de sa charge nominale devra être supérieur ou égal à 90%.
* L‘onduleur devra être garanti pour une période minimale de 5 ans.
* L‘onduleur doit disposer d‘un certificat de test établi par un organisme spécifié.

Si la protection de découplage est incorporée à l‘onduleur, il faut fournir le procès-verbal délivré par un laboratoire d‘essai agrée mentionnant sa conformité à la norme allemande DIN VDE 0126

## Câblage de la partie courant continu

* L‘interconnexion électrique entre les modules photovoltaïques devra se faire conformément aux instructions du fabricant.
* Tous les composants du câblage courant continu (câbles, sectionneurs/interrupteurs, parafoudres, fusibles, connecteurs ….) doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et de tension maximale des modules connectés en série/parallèle constituant le champ photovoltaïque.
* Les câbles utilisés devront être de type simple conducteur avec double isolation.
* Les sections des câbles seront déterminées de façon à minimiser les pertes en ligne entre le champ photovoltaïque et l‘onduleur (inférieures ou égales à 1%).
* Les câbles extérieurs doivent être flexibles, stables aux UV et résistant aux intempéries.
* Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu, de classe II, résistants aux conditions extérieures, assurant une protection contre les contacts directs et dimensionnés pour des valeurs de tensions et courant identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.
* Les boîtes de jonction utilisées pour la mise en parallèle des chaînes (une chaîne est un circuit dans lequel les modules PV sont connectés en série) devront être implantées en un lieu accessible pour les exploitants et comportant des étiquettes de repérage et de signalisation du danger.
* Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement sans risque pour l‘opérateur. Un interrupteur/sectionneur général CC sera de préférence intégré dans chaque boite de jonction sur le départ de la liaison principale.
* Lorsque la protection par fusibles s‘impose, ils doivent être appropriés pour le courant continu et installés à la fois sur la polarité positive et négative de chaque chaîne.

Un interrupteur/sectionneur spécifié pour le courant électrique, remplissant à la fois la fonction de coupure en charge et de sectionnement, devra être mis en place sur la liaison principale champ photovoltaïque - onduleur. L‘interrupteur, dimensionné pour la tension et courant maximum, doit être étiqueté avec un repérage clair des positions. Le coffret comportant l‘interrupteur/sectionneur doit être étiqueté « danger, conducteurs actifs sous-tension durant la journée ».

Tout le câblage DC extérieur devrait être protégé mécaniquement et tout le câblage intérieur devrait être fait et protégé d'une façon esthétique et en harmonie avec le bâtiment.

## Câblage de la partie courant alternatif

* L‘onduleur doit être connecté au tableau de distribution interne du bâtiment et protégé par un disjoncteur différentiel 30 mA.
* Le câble de liaison entre l‘onduleur et le disjoncteur doit être dimensionné pour limiter la chute de tension à une valeur inférieure à 3% en BT.
* Deux points de coupure doivent être fournis entre l‘onduleur et le point de connexion au réseau : un disjoncteur doit être installé à proximité de l'onduleur et le second à proximité du disjoncteur différentiel.
* Le câblage AC à l'intérieur du bâtiment devrait être protégé et effectué d'une façon esthétique et en harmonie avec le bâtiment.
* Le câblage AC du bâtiment abritant l'onduleur jusqu'au tableau de distribution devrait être protégé mécaniquement.

## Système de découplage

* Les installations photovoltaïques raccordées au réseau doivent comporter un système de découplage permettant de déconnecter instantanément le générateur photovoltaïque pour :
  + Permettre le fonctionnement normal des protections et automatismes installés par la STEG;
  + Éviter le maintien sous tension de l‘installation après séparation du réseau;
  + Éviter des découplages intempestifs préjudiciables aux équipements domestiques;
  + Séparer le générateur en cas de défaillance interne.
* L‘équipement de découplage du générateur photovoltaïque devra obligatoirement être conforme aux exigences techniques de la STEG.

## Comptage

L’installation photovoltaïque devra être équipée, en sortie de(s) onduleur(s), d‘un compteur électrique accessible par l‘usager afin de pouvoir disposer d‘une estimation cumulée de la production électrique photovoltaïque. Ce système devrait être différent de celui de l’onduleur.

## Mise à la terre et protection contre la foudre

Les installations raccordées au réseau électrique sont classées en risque moyen, ce qui impose la mise en place des dispositions suivantes :

* Interconnexion des masses par conducteur cuivre 25 mm²
* Mise à la terre des masses uniques
* Interconnexion avec dispositifs d‘écoulement lors d‘impacts directs (si existant) tels que descentes de paratonnerre, fils tendus…
* Câblage modules photovoltaïques flottant (non relié à la terre) ;
* Contrôleur permanent d‘isolement (généralement intégré à l‘onduleur)
* Liaison renforcée entre modules photovoltaïques et onduleur
* Limitation des surfaces offertes des boucles de câblage au rayonnement électromagnétique
* Protection par parafoudres bipolaires sur circuit courant continu (type varistances à oxyde de zinc avec déconnexion thermique intégrée, entre polarités et terre) au niveau de la boite de jonction (si le câble de liaison dépasse 10 mètres) et à l‘entrée de l‘onduleur
* Protection par parafoudres sur circuit courant alternatif entre phases et terre (type modulaire pour régime TT à fort pouvoir d‘écoulement sur réseau de distribution) en sortie du courant alternatif onduleur en série après le disjoncteur CA.

# Exigences techniques minimales

Les exigences techniques minimales fixées dans la cadre de la présente consultation se présentent comme suit :

## Références du soumissionnaire dans le domaine du solaire

| **DESIGNATION** | **EXIGENCES MINIMALES** |
| --- | --- |
| **Agrément par l’ANME dans le domaine du solaire photovoltaïque en cours de validité** | Obligatoire |
| **Nombre d’installations raccordées au BT réalisées par la société soumissionnaire** | Au moins dix (10) installations réaccordées au réseau électrique BT ou MT (Tertiaire ou industrie) durant les 3 dernières années |

## Modules photovoltaïques

| **DESIGNATION** | **EXIGENCES MINIMALES** |
| --- | --- |
| **Le champ photovoltaïque doit être constitué de modules ayant les mêmes caractéristiques techniques** | Obligatoire |
| **La puissance d'un module dans les conditions standards (25°C - 1000 W/m²)** | supérieure ou égale à 400 W |
| **Un seul type de module pour toutes les installations** | Obligatoire |
| **Nature des cellules photovoltaïques** | silicium mono ou poly-cristallin |
| **Certifications** | IEC-61215  EN61730-1-2 |
| **Certificat de l’éligibilité de l’ANME en cours de validité** | Obligatoire |
| **Garantir les éléments suivants :** | inférieure ou égale à 10 % |
| **Diminution de puissance près 10 ans de fonctionnement** |  |
| **Garantie de la tenue mécanique du module.** | supérieur ou égale à 10 ans |
| **Indice de protection de la boite de jonction** | IP67 |
| **Le rendement minimal du module** | 17% |
| **Humidité relative** | Jusqu’à 100% |
| **Température de fonctionnement** | -40°C à 85°C |
| **Courbe caractéristique I/V** | Obligatoire |
| **Tolérance de puissance** | 0 / +5 W |

## Onduleurs

| **DESIGNATION** | **EXIGENCES MINIMALES** |
| --- | --- |
| **Rendement maximum de l'onduleur supérieur ou égal à 97%.** | Obligatoire |
| **Certificat d’acceptation de l’onduleur, fournie par la STEG** | Obligatoire |
| **Garantie de l’onduleur** | Supérieur ou égal à 5 ans |
| **Norme DIN VDE 0126 pour les onduleurs disposant de découplage incorporée** | Obligatoire |
| **Même origine d’onduleurs pour toutes les installations** | Obligatoire |

## Calcul des Performances des installations

| **DESIGNATION** | **EXIGENCES MINIMALES** |
| --- | --- |
| **Note de calcul des performances des installations effectué par un logiciel de calcul reconnu** | Obligatoire |

# Installation et essais :

Avant commencement des travaux, l’Installateur effectuera un état des lieux contradictoire en présence du Maître de l’Ouvrage (ou de son représentant), afin de constater et valider l’état des lieux d'implantation des systèmes PV. Toute remarque ou suggestion, devra faire l’objet d’un rapport documenté par L’Installateur afin d’éviter tout litige ultérieur.

L’installation doit être conforme aux spécifications de la STEG.

L’installation doit être conforme aux Normes CE et respecter la procédure en vigueur à l’échelle internationale.

Avant réception de l’installation, son fonctionnement doit être validé. A cet effet, il sera procédé à sa mise en service après installation de l’ensemble du système photovoltaïque et des différents raccordements du matériel, en présence du Maitre d’Ouvrage.

# Monitoring :

Les installations PV doivent être équipées par un système de Monitoring qui permettra d’afficher et d’enregistrer sur le web, au moins, les informations suivantes : la puissance instantanée et l’énergie produite Totale pour chacune des installations.