



Programme de Promotion de l'Énergie Solaire  
Photovoltaïque pour l'Électrification et le Pompage d'Eau

**PROGRAMME PRO VOLT**

Projet Bâtiments Solaires

**Bat SOL**

***Conditions d'éligibilité des installateurs  
et spécifications techniques  
d'admissibilité des installations***

**Société Signataire : .....**

**Avril 2009**



# Projet Bat Sol

## *Conditions d'éligibilité des installateurs*

## Conditions d'éligibilité des installateurs au programme PRO VOLT.

### PREAMBULE

Dans le cadre de son plan quadriennal de maîtrise de l'énergie 2008-2011, l'Etat tunisien a décidé de lancer un programme visant la promotion de l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque pour l'Electrification et le Pompage d'Eau. Ce programme, dénommé PRO VOLT, se compose de trois projets, à savoir :

- **POMPAGE PV** qui concerne le pompage d'eau destinée à l'irrigation dans les fermes agricoles.
- **Elec Fermes** qui concerne l'électrification des fermes agricoles et petits projets dans le milieu rural.
- **Bât Sol** qui concerne l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque pour couvrir partiellement les besoins en électricité des bâtiments connectés au réseau de la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz.

Le programme PRO VOLT bénéficie d'incitations financières accordées dans le cadre des actions financées par le Fonds National de Maîtrise de l'Energie, à savoir :

- Une prime de 40% du coût de l'investissement, avec un plafond de vingt mille dinars (20 000 D) pour les projets d'éclairage rural et le pompage de l'eau par énergie solaire photovoltaïque ;
- Une prime de 30% du coût de l'investissement avec un plafond de trois mille dinars (3 000 D) par kilowatt crête et de quinze mille dinars (15 000 D) par bâtiment solaire.

Il est à noter que les établissements, souhaitant s'équiper par des installations photovoltaïques pour l'autoproduction de l'électricité et qui ne peuvent pas être admissibles au projet Bât Sol (connectés au réseau MT ou HT de la STEG), pourraient bénéficier des avantages accordées aux investissements dans le domaine de la maîtrise de l'énergie (20% de la subvention).

Afin de bénéficier de ces incitations, les opérations effectuées dans le cadre du programme PRO VOLT doivent être réalisées par des installateurs qui figurent sur la liste des installateurs éligibles et conformément aux exigences des « *Spécifications techniques d'admissibilité des installations* » des différents projets du programme.

## **ARTICLE PREMIER**

### **OBJET**

Le présent document définit l'ensemble des dispositions qui régissent les conditions et procédures permettant aux installateurs de figurer sur la liste des installateurs éligibles pour opérer dans le cadre du programme PRO VOLT.

L'éligibilité de l'installateur au programme PRO VOLT est tributaire de l'avis favorable de l'ANME, après examen du dossier déposé par les soins de l'établissement concerné conformément aux dispositions définies ci-après.

## **ARTICLE 2**

### **CONDITIONS D'ELIGIBILITE DE L'INSTALLATEUR**

#### ***2.1. Installateurs habilités à déposer un dossier :***

Toute entreprise établie en société de droit tunisien, active dans le domaine des énergies renouvelables ou ayant un agrément B2 (spécialité Electricité) octroyé par le Ministère de l'Equipeement, de l'Habitat et l'Aménagement du Territoire,

peut déposer un dossier de qualification pour se faire inscrire sur la liste des installateurs éligibles au programme PRO VOLT.

### ***2.2. Conditions d'éligibilité des installateurs :***

Pour pouvoir figurer sur la liste des installateurs éligibles, les installateurs concernés doivent avoir suffisamment de connaissances relatives à la sécurité des installations connectées au réseau **et** satisfaire **au moins l'une** des conditions suivantes :

- L'installateur a réalisé au minimum trois références récentes d'installations photovoltaïques au cours de la période des trois années écoulées avant le dépôt du dossier.
- Avoir parmi son effectif permanent, un ingénieur ou technicien supérieur ayant reçu une formation qualifiante dispensée par un établissement spécialisé sur les aspects relatifs à la réalisation des installations photovoltaïques.
- La participation des agents de l'installateur à un stage pratique, organisé par le fabricant des équipements photovoltaïques ou son représentant en Tunisie et portant sur les prestations d'installation et de maintenance de ces équipements.
- L'installateur sera accompagné lors de la réalisation des trois premières installations connectées au réseau par une entreprise, tunisienne ou étrangère, ayant une bonne expérience dans le domaine (pas moins que cinq installations photovoltaïques connectées au réseau durant les trois dernières années).

### ***2.3. Dépôt du dossier :***

Tout installateur, tel que définit dans l'article 2.1., souhaitant figurer sur la liste des installateurs éligibles pour le programme PRO VOLT, doit présenter à l'ANME un dossier composé obligatoirement des pièces suivantes :

- ✓ Le présent document et ses annexes, remplis et paraphés à toutes les pages. L'engagement du respect des dispositions énoncées dans le présent document devra être daté, signé (signature légalisée) et cacheté par l'installateur;
- ✓ Une demande d'admissibilité de l'installateur ;
- ✓ Un engagement de respect des mesures et règles de sécurité relatives aux installations photovoltaïques, annexées au présent document ;
- ✓ Une copie de la carte d'identification fiscale ;
- ✓ Un certificat d'affiliation à la Caisse Nationale de Sécurité Sociale ;
- ✓ Une copie de l'agrément du MEHAT pour la spécialité B2 pour les entreprises spécialistes en travaux d'électricité,
- ✓ La composition de l'équipe de personnel permanent et la liste de matériels dont dispose l'installateur;
- ✓ Liste des projets réalisés durant les 3 dernières années, indiquant les références des projets (maître d'ouvrage, intitulé du projet, lieu, travaux réalisés et montant des travaux). Joindre obligatoirement une copie des PV de réception définitive (ou provisoire) de chaque projet.
- ✓ les Justificatifs concernant la qualification du personnel pour les aspects relatifs à la réalisation des installations photovoltaïques:
  - i. Certificats concernant les stages de formation,
  - ii. Conventions de partenariat et les justificatifs concernant l'expérience du partenaire dans la réalisation d'installations photovoltaïques connectées au réseau.

***2.4. Décision concernant l'éligibilité de l'installateur :***

Après étude du dossier, l'ANME émet, par écrit, un avis favorable ou non favorable et le transmet à l'installateur.

En cas d'avis favorable, l'installateur sera inscrit sur la liste des installateurs éligibles au programme PRO VOLT.

Il est demandé à tout installateur, une fois éligible au programme PRO VOLT, de s'inscrire à la Chambre Syndicale Nationale des Energies Renouvelables.

***2.5. Validité de l'éligibilité de l'installateur :***

L'éligibilité de l'installateur reste valable durant trois ans, sauf dans le cas où elle serait interrompue pour des raisons de fautes professionnelles graves, d'un nombre important de plaintes de la part des clients ou d'une défaillance en termes de respect des engagements.

**ARTICLE 3****QUALITE DES PRESTATIONS**

Dans le but d'assurer la bonne qualité des services rendus aux clients, l'installateur s'engage à :

1. Assurer auprès du client un rôle de conseil et d'assistance dans le choix des solutions les mieux adaptées à son contexte ;
2. Informer le client sur les démarches nécessaires, relatives en particulier aux demandes d'autorisation de raccordement et de production d'électricité ainsi qu'aux conditions d'octroi des subventions ;

3. Après visite sur site, soumettre au client un devis descriptif écrit, détaillé et complet, de l'installation proposé, en fixant un délai de réalisation, des termes de paiement et des conditions de garantie légale ;
4. Opter pour les matériels et équipements conformes aux exigences réglementaires ;
5. Réaliser l'installation commandée dans le respect des règles professionnelles, normes et textes réglementaires applicables, selon les prescriptions prévues. Lors des travaux d'installation, il est demandé à respecter les exigences du présent document ainsi que les instructions des fournisseurs des équipements;
6. Afficher les consignes de sécurité sur les organes de manœuvre et les équipements ;
7. Mettre en service l'installation, puis procéder à la réception des travaux en présence du client. Lui remettre les notices et tous documents relatifs aux conditions de garantie et d'entretien/maintenance de l'installation ;
8. Remettre au client les instructions de sécurité et le former d'une façon adéquate sur les procédures d'intervention et la sécurité de l'installation ;
9. Proposer au bénéficiaire un contrat de maintenance au-delà de la période de la garantie totale de l'installation ;



10. Remettre au client une facture descriptive détaillée et complète de la prestation, conforme au devis. Cette facture devra indiquer le montant de la subvention (qui sera débloquée directement par l'ANME au profit du fournisseur) et le montant net à payer par le client ;
11. En cas d'anomalies ou d'incidents de fonctionnement de l'installation signalés par le client, s'engager à intervenir sur le site dans les délais convenus dans le contrat de fourniture et d'installation, et procéder aux vérifications et remises en état nécessaires, dans le cadre des obligations d'intervention attachées à la garantie biennale ;
12. Etre à la disposition de l'ANME pour des visites aux installations aux fins d'examiner les conditions de mise en œuvre et de réalisation des prestations.
13. Etre à la disposition de la STEG, pour les installations raccordées au réseau, aux fins d'examiner le raccordement, le comptage et le dispositif de découplage.

#### **ARTICLE 4**

##### **RESPONSABILITES :**

L'installateur sera responsable, vis-à-vis des tiers de tous les dommages ou dégradations qui auraient lieu du fait du fonctionnement des chantiers. Il sera également responsable des dommages éventuels pouvant résulter du transport de ses matériaux et de la traversée des propriétés privées. Les indemnités à payer en cas d'accidents sont dues par l'installateur, sauf recours contre l'auteur de l'accident.

## **ARTICLE 5**

### **ASSURANCES**

L'installateur devra souscrire :

- ✓ Une assurance de responsabilité civile aux tiers, couvrant tous dommages corporels et matériels pouvant survenir à des tiers ou à leurs propriétés (cultures, exploitations agricoles, etc.) pendant l'exécution des travaux, la police devra spécifier que le personnel du maître d'ouvrage, ainsi que celui d'autres établissements se trouvant sur le chantier, sont considérés comme des tiers vis-à-vis des assureurs.
- ✓ Une assurance couvrant tous les risques d'accidents du travail vis-à-vis de son propre personnel.
- ✓ Une assurance de responsabilité professionnelle couvrant les travaux réalisés pour la garantie décennale et ce conformément aux lois N° 94-9 et 94-10 du 31 Janvier 1994.

L'installateur remettra au client un exemplaire des polices d'assurances souscrites avant tout commencement des travaux. Ces polices devront comporter une clause interdisant leur résiliation sans avis préalable de la Compagnie d'Assurances au maître d'ouvrage.

## **ARTICLE 6**

### **MOYENS HUMAINS ET MATERIELS**

L'installateur doit posséder les moyens (potentiel humain et matériel) suffisants pour assurer l'installation et le Service Après-vente.

En particulier, il doit disposer d'au moins d'un ingénieur (en génie électrique, énergétique ou électromécanique) ou d'un technicien supérieur en électricité.

D'autre part et afin de réaliser l'installation dans les meilleures conditions et de vérifier son bon fonctionnement tout en respectant les mesures de sécurité, l'installateur doit disposer de matériel de manutention approprié, des instruments de mesure et des équipements de sécurité adéquats.

## ARTICLE 7

### LA GARANTIE ET LE SERVICE APRES VENTE DES EQUIPEMENTS ET DES TRAVAUX

- a. **Garantie totale de l'installation** : La période minimale de garantie totale de l'installation est fixée à 24 mois à partir de la date de la réception provisoire. Pendant cette période, l'installateur devra procéder à ses frais, à la remise en état de toutes les parties qui deviendraient défectueuses, et à tous les travaux d'entretien et de maintenance périodique nécessaires.
  
- b. **Garantie des équipements** : L'installateur garantit que tous les équipements installés n'auront aucune défectuosité due à leur conception, aux matériaux utilisés ou à leur fonctionnement survenant pendant l'utilisation normale des équipements livrés dans les conditions prévalant en Tunisie.

Les durées minimales de garantie des équipements sont détaillées dans les « *Spécifications techniques d'admissibilité des installations* » des différents projets du programme PRO VOLT. Il est à noter que ces garanties prendront effet à partir de la date de réception provisoire des installations.

- c. **Contrat de maintenance** : Pour chaque installation à réaliser dans le cadre du programme PRO VOLT, l'installateur doit impérativement inclure dans

son offre un projet de contrat détaillée de maintenance pour une durée de trois (3) ans, à compter de la date de la fin de garantie totale de l'installation.

**d. Service Après Vente :**

- Délais d'intervention : L'installateur s'engage à fournir un service après-vente de qualité, avec des délais d'intervention acceptables par les bénéficiaires.
- Pièces de rechange : L'installateur s'engage à maintenir un stock de pièces de rechange jugé indispensable pour assurer le fonctionnement normal des installations.

**ARTICLE 8**

**CONTROLE EFFECTUE PAR L'ANME**

- **Droit de contrôle** : L'ANME a le droit de procéder, à sa convenance ou à l'issue de plaintes des bénéficiaires, à toute opération de contrôle qu'elle juge nécessaire en vue de s'assurer de l'authenticité des informations et données inscrites dans les dossiers relatifs à la demande de subvention ou pour vérifier les aspects relatifs à la qualité des équipements et des travaux de l'installation et leur conformité aux exigences des « *Spécifications techniques d'admissibilité des installations* ».
- **Collaboration de l'installateur** : L'installateur s'engage à se soumettre à toute opération de contrôle que l'ANME souhaiterait effectuer et de faciliter la tâche aux contrôleurs désignés par l'ANME pour cette opération, qu'ils soient du personnel interne de l'ANME ou indépendants commandités par elle. Il s'engage en particulier à fournir aux contrôleurs toutes les informations de

nature administrative, technique ou financière, nécessaires pour l'exercice du contrôle.

- **Confidentialité** : L'ANME est tenue strictement à la confidentialité des informations, des données et des résultats issus des opérations de contrôle.

## ARTICLE 9

### SANCTIONS EN CAS DE NON RESPECT DES EXIGENCES

- Actes frauduleux** : Si, suite à un contrôle, l'une quelconque des installations visitées par l'ANME, il s'avère que l'installateur se sera livré à des actes frauduleux (non-conformité des informations indiquées dans le dossier de la demande de subvention par exemple), l'ANME se réservera le droit de :
  - Demander à l'installateur le remboursement de la subvention à l'ANME, assorties des pénalités découlant des poursuites légales prévues par la loi tunisienne.
  - Suspendre momentanément ou définitivement l'éligibilité de l'installateur aux avantages du programme.
- Non-conformité technique des installations** : Si, suite à un contrôle auprès des clients, l'une quelconque des installations visitées par l'ANME se révèle non conforme aux spécifications techniques minimales d'installation établies par l'ANME, celle-ci se réservera le droit d'astreindre l'installateur à réparer ou remplacer le matériel à ses frais (sans indemnités), dans un délai fixé conjointement avec l'ANME.

De même, en cas de manquements répétés aux exigences minimales d'installation établies par l'ANME, celle-ci se réservera le droit de suspendre

momentanément ou définitivement l'éligibilité de l'installateur aux avantages du programme.

- c. **Conditions d'application des sanctions** : Préalablement à l'application des sanctions énoncées dans les sections a et b du présent article, l'ANME demandera des explications à l'installateur, ou le convoquera pour obtenir des clarifications sur le dossier en question. En cas de refus de la part de l'installateur, ou de justifications peu convaincantes, les sanctions peuvent être prononcées huit (8) jours après une mise en demeure envoyée par lettre recommandée et restée sans effet.

## **ARTICLE 10**

### **FORCE MAJEURE**

- a. L'installateur ne sera pas exposé aux sanctions indiquées dans l'article 9, si, et dans la mesure où les manquements constatés sont dus à la force majeure.
- b. Aux fins de la présente clause, le terme "FORCE MAJEURE" désigne un événement imprévisible échappant au contrôle de l'installateur et qui n'est pas attribuable à sa faute ou à sa négligence.
- c. En cas de force majeure, l'installateur notifiera rapidement par écrit à l'ANME l'existence de la force majeure et ses motifs.

## **ARTICLE 11**

### **MODIFICATION DES CONDITIONS D'ELIGIBILITE**

L'ANME peut, à tout moment, apporter des modifications au présent document. Les installateurs ayant obtenu déjà l'éligibilité seront informés de ces modifications et invités à signer le nouveau document afin de pouvoir bénéficier des avantages liés au programme Pro Volt.

## Engagement

Je soussigné Mr : ..... ;

Agissant en qualité de : ..... ;

Au nom et pour le compte de la société : ..... ;

Faisant élection du domicile au : .....

..... ;

Inscrit au registre du commerce du : ..... ;

Sous le numéro : ..... ;

Après avoir pris connaissance des exigences du document « *Conditions d'éligibilité des installateurs au programme Pro Volt* », me soumet et m'engage à se conformer à toutes ses préconisations, en vertu de quoi, la société ..... devient éligible aux avantages de programme PRO VOLT.

Cachet :

Signature légalisée : .....

Fait à ..... le .....



# Projet Bât Sol

## *Spécifications techniques d'admissibilité des installations*



# Spécifications techniques d'admissibilité des installations

## 1- Admissibilité au projet *Bât Sol*

Pour être admis au projet Bât Sol dans le cadre du programme PRO VOLT, toute installation photovoltaïque raccordée au réseau devra se conformer aux :

- Règles d'admission énoncées dans le présent document ;
- Conditions techniques d'accès au réseau fixées par la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz (STEG) ;
- Procédures administratives fixées par l'ANME et la STEG.

## 2- Composants des installations photovoltaïques

Un système photovoltaïque raccordé au réseau comprend les composants suivants :

- Un générateur photovoltaïque produisant du courant continu et composé d'un ensemble de panneaux photovoltaïques. Chaque panneau est formé d'un assemblage en parallèle et série de modules photovoltaïques ;
- Un onduleur (ou plusieurs) transformant le courant continu fourni par le champ photovoltaïque en un courant alternatif ayant toutes les caractéristiques du courant électrique fourni par le réseau ;
- Des organes de coupure, de sécurité et de raccordement assurant des fonctions de protection vis-à-vis de l'utilisateur, de l'installation photovoltaïque et du réseau ;
- Un système de comptage permettant de mesurer l'énergie électrique totale produite par le système et celle injectée au réseau électrique.

## 3- Types de systèmes admissibles au programme Bât Sol

Sont éligibles au projet Bât Sol uniquement les systèmes photovoltaïques raccordés à la fois sur l'installation intérieure du bâtiment et sur le réseau de la STEG.

#### **4- Auto-producteurs admissibles au projet Bât Sol**

Est admissible au projet Bât Sol, tout propriétaire ou exploitant (personne morale ou physique) d'un bâtiment, client de la STEG, souhaitant s'équiper d'une installation solaire photovoltaïque pour couvrir partiellement ou totalement ses besoins en électricité.

#### **5- Installateurs admissibles**

Seules les entreprises inscrites sur la liste des installateurs éligibles au programme PRO VOLT, sont autorisées à réaliser les travaux d'installation dans le cadre du projet Bat Sol.

#### **6- Puissances admissibles des systèmes photovoltaïques**

La puissance d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau, à réaliser chez un bénéficiaire dans le cadre du projet Bât Sol, ne doit pas dépasser la puissance souscrite de celui-ci auprès de la STEG. Toute fois, la puissance de l'installation photovoltaïque devra:

- Se limiter à 36kVA en triphasé (soit 12 kVA par phase) ;
- Se conformer aux conditions techniques de raccordement et d'évacuation des installations de production sur le réseau national HT et MT.

#### **7- Dimensionnement du générateur photovoltaïque**

##### **7.1 Critères de dimensionnement**

Tout en respectant les puissances admissibles définies ci-haut, le dimensionnement du générateur photovoltaïque peut se faire selon l'un des critères suivants :

- **La consommation d'électricité du bâtiment**: la taille du générateur photovoltaïque est choisie de façon à ce que le productible annuel de l'installation soit équivalent à la totalité ou une partie, convenue à l'avance avec le bénéficiaire, de la consommation annuelle d'électricité.

Dans ce cas, la société installatrice devra se référer à :

- la consommation électrique annuelle,
- ou,

- l'estimation de la consommation annuelle en se basant sur les puissances électriques des équipements et les durées moyennes de leur utilisation.
- **La surface disponible pour l'implantation des modules photovoltaïques :** le nombre de modules (et par conséquent la puissance du générateur) équipant un bâtiment dépend de l'existence d'une surface « bien ensoleillée » pour leur emplacement. A titre indicatif, l'installation d'un champ photovoltaïque d'une puissance de 1 kWc nécessite une superficie d'environ 8 m<sup>2</sup> .

## 7.2 Estimation du productible

La production annuelle d'électricité d'une installation solaire est calculée en tenant compte;

- De l'ensoleillement annuel du site (en se référant aux moyennes du rayonnement quotidien global sur un plan horizontal, enregistrées dans la station météorologique la plus proche au site. Les données météo de référence sont annexées au présent document);
- Des tailles et performances techniques des modules photovoltaïques et de l'onduleur (rendement et disponibilité);
- De l'orientation et l'inclinaison des modules photovoltaïques.

## 8- Exigences techniques

Il est à noter que tous les équipements constituant les installations photovoltaïques doivent être neufs, convenablement étiquetés et fournis au bénéficiaire de l'installation avec la documentation technique nécessaire.

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

### 8.1. Champ photovoltaïque

- Les modules photovoltaïques doivent être conformes aux normes internationales :
- CEI-61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre- Qualification de la conception et homologation.

- CEI-61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces à usage terrestre- Qualification de la conception et homologation.
- Les modules photovoltaïques doivent être testés, certificats à l'appui, par un laboratoire agréé ;
- L'ensemble des modules du générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 5% sur la valeur de la puissance crête.
- Le module devra comporter :
  - Une boîte de connexion ou des connecteurs appropriés au moins IP 54 ;
  - Des diodes by-pass.
- Les modules devront être garantis pour une période minimale de 5 ans. De plus, les performances des modules devront être garanties à 90% de rendement garanti après 10 ans de fonctionnement et à 80% de rendement garanti après 20 ans.
- L'installateur devra veiller à bien choisir, en accord avec le client, l'endroit pour placer les modules photovoltaïques. Cet endroit doit avoir une surface suffisante, orientée le plus possible vers le Sud, sans obstacle masquant la course du soleil en toute saison. De plus, il doit être capable de supporter le poids des modules.
- L'inclinaison optimale des modules photovoltaïques est de 30° par rapport à l'horizontale. Toutefois, l'installateur pourrait choisir d'autres inclinaisons pour favoriser la production d'électricité durant certaines saisons (en accord avec le client).
- Les rangées de modules photovoltaïques ne devront pas faire d'ombre les unes aux autres.
- Lors de la fixation de la structure supportant les modules, l'installateur doit préserver l'étanchéité de la toiture (pas de percement) tout en assurant un bon ancrage.
- Les supports doivent résister sans dégât aux vents puissants ainsi qu'à la corrosion.

## **8.2. 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, interrupteurs, connecteurs ....) doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et de tension maximum 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 3%).
- 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 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 par le biais de porte fusible ou d'autres liaisons déconnectables mais sans risque pour l'opérateur. Un interrupteur général CC sera de préférence intégré dans chaque boîte 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 ».

### 8.3. Onduleurs

- Ils doivent être de type onduleurs pour installations solaires compatibles avec les caractéristiques du réseau électrique de distribution et permettant :
  - Une bonne synchronisation avec le réseau, ce qui inclue de délivrer un signal proche de la sinusoïde, 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 ;
  - Une isolation galvanique entre le champ et 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 bon comportement à puissance maximale.
- Les onduleurs de puissance inférieure à 5 KVA 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 part 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 et doit être compris entre 0,7 et 1 fois la puissance du champ photovoltaïque.
- Afin de limiter les pertes, l'onduleur doit être placé le plus près possible des panneaux photovoltaïques.
- Le Rendement maximum de l'onduleur devra être supérieur ou égal à 95%. 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 agréé mentionnant sa conformité à la norme allemande DIN VDE 0126.
- L'onduleur doit être installé dans un local ventilé et facile d'accès

#### **8.4. Câblage de la partie courant alternatif**

- L'onduleur doit être connecté au tableau de distribution interne du bénéficiaire et protégé par un disjoncteur différentiel 30 mA (au minimum).
- 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.

#### **8.5. Système de découplage**

- Les installations photovoltaïques raccordés 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 ;
  - Eviter le maintien sous tension de l'installation après séparation du réseau ;
  - Eviter 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.**

## 8.6. Comptage

- Toute installation photovoltaïque devra être équipée, en sortie du (ou des) onduleur (s), d'un compteur électrique accessible par l'utilisateur afin de pouvoir disposer d'une estimation cumulée de la production électrique photovoltaïque.
- Toute installation photovoltaïque devra être équipée d'un système de comptage de l'énergie électrique à l'interface avec le réseau électrique.

## 8.6. 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 mm<sup>2</sup> ;
  - 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 boîte 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 et au tableau de distribution intérieure.



## **9- Documents à fournir au bénéficiaire**

L'installateur devra fournir au bénéficiaire de l'installation photovoltaïque les documents suivants :

- Les plans et schémas électriques détaillées de l'installation ;
- Le repérage sur plans de l'implantation des différents composants et modules photovoltaïques ainsi que des liaisons correspondantes ;
- Les notices d'utilisation et d'exploitation du système PV ;
- Les notices des constructeurs des équipements fournis ;
- Une notice de maintenance préventive de l'installation avec et une proposition de contrat de maintenance ;
- Les certificats de garantie des équipements et de l'installation ;
- Une description de la procédure d'intervention sur le système et consignes de sécurité.

## Fiche d'Identification du Projet Bâtiment Solaire

Installateur : ..... Réf. Eligibilité : .....

---

Nom du bénéficiaire : .....N° CIN : .....

Usage du bâtiment (résidentiel, hôtellerie...) : .....

Adresse : .....

Ville : ..... Gouvernorat : .....

Réf. STEG: ..... District STEG : .....

Puissance souscrite: ..... kW Consommation annuelle : ..... kWh/an

---

### Spécifications des modules photovoltaïques :

Type:                      Monocristallin                       Polycristallin                       Amorphe

Marque: ..... Référence : .....

Surface des modules PV : .....m<sup>2</sup>    **Puissance installée (Wcrête) :**..... Wc

Nombre de modules : .....    Puissance nominale par module : .....Wc

Norme IEC : .....

Orientation des modules: ..... Inclinaison : .....Lieu d'implantation : .....

*(Les modules doivent répondre à la norme CEI 61215 ou CEI 61646 ou certificat à l'appui)*

### Spécifications de l'onduleur :

Marque: ..... Type: .....

Nombre : ..... Puissance par onduleur : .....W

*(Les onduleurs doivent répondre à la norme DIN VDE 0126, certificat à l'appui)*

---

**Production prévisionnelle de l'installation solaire :** ..... kWh / an

Connexion au réseau électrique : Basse Tension     Moyenne Tension



# Projet Bât Sol

## ***PROCEDURES D'ACQUISITION D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE DANS LE CADRE DU PROJET BAT SOL***

# **PROCEDURES D'ACQUISITION D'UNE INSTALLATION d'AUTOPRODUCTION D'ELECTRICITE PAR L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE DANS LE CADRE DU PROJET BAT SOL**

## **Introduction**

Ce document décrit les modalités d'acquisition d'une installation photovoltaïque pour l'autoproduction d'électricité pour les bâtiments connectés au réseau de la STEG ainsi que les formalités initiales d'accès aux primes prévues dans le cadre du programme de promotion des bâtiments solaires.

### **1. Le premier contact du client avec un installateur**

L'acquéreur d'une installation photovoltaïque est libre de prendre contact avec n'importe quelle société installatrice (ci-après dénommée installateur) admis par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie à participer au projet BAT SOL.

La liste des installateurs est tenue à la disposition de tout demandeur au siège de l'Agence, au niveau des antennes régionales de l'ANME ainsi qu'aux Districts et agences commerciales de la STEG.

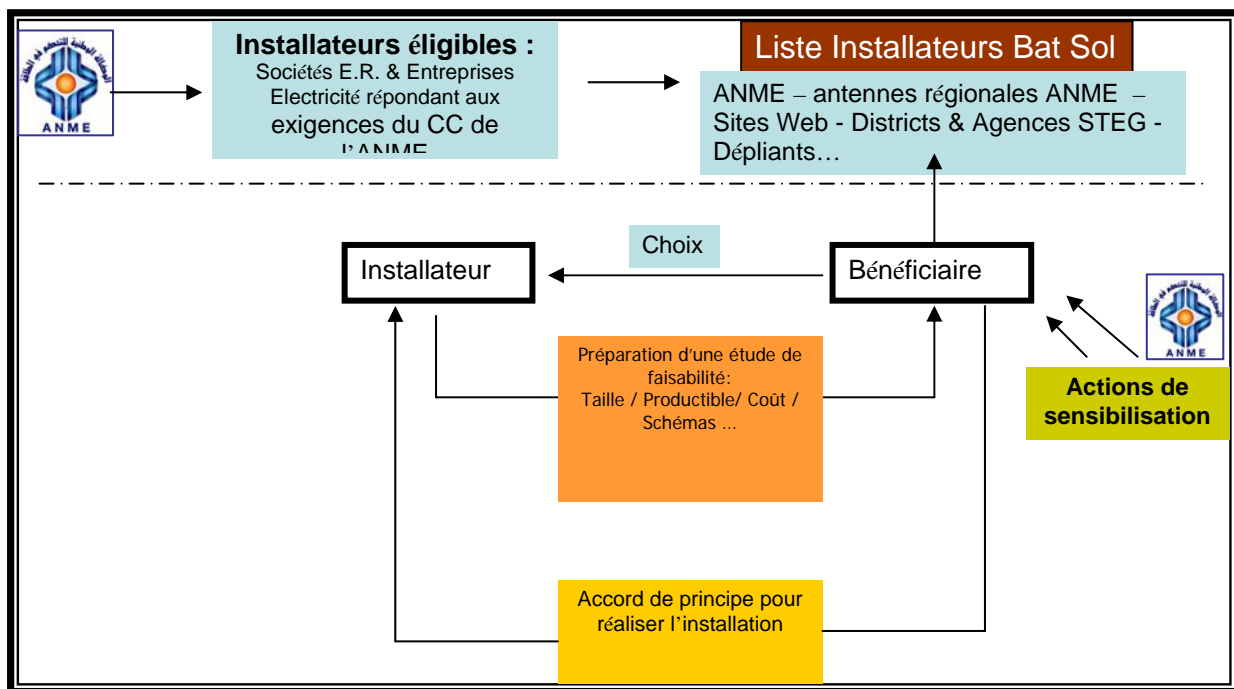
L'installateur devra remettre à son client un dépliant décrivant la technologie du photovoltaïque connecté au réseau, les étapes administratives nécessaires avec la STEG et les conditions d'accès aux primes du projet BAT SOL.

### **2. Visite sur site et offre technique et financière de la part de l'installateur**

L'installateur devra effectuer une visite à son client potentiel, à l'issue de laquelle il devra réaliser une étude de faisabilité et élaborer un devis du coût de l'installation.

L'étude de faisabilité devra inclure les informations techniques concernant l'installation projetée (puissance de l'installation, nombre et surface des modules, estimation du productible...).

L'installateur devra détailler dans son devis les coûts de toutes les composantes (modules photovoltaïques, convertisseurs, régulateurs, câblage, disjoncteurs, comptage, structures de support...) ainsi que les frais d'installation.



### 3. Dépôt du dossier à l'ANME pour accord d'éligibilité

Après l'accord de principe du client pour la réalisation de l'installation et *l'approbation de la STEG*, l'installateur procédera à la préparation d'un dossier pour l'accès aux avantages du projet BAT SOL, comportant :

- Une demande de réalisation de l'installation dans le cadre du projet BAT SOL , accompagnée de la fiche d'identification du projet,
- Une Copie CIN du client ;
- L'étude préliminaire du projet ainsi que le devis estimatif de l'installation contre signés par le client pour accord. Il est à noter que le devis doit mentionner l'autofinancement demandé du client et le montant de la subvention du FNME).
- Les informations techniques relatives aux modules PV et l'onduleur. Pour les équipements présentés pour la première fois, l'installateur devra obligatoirement fournir les certificats des essais conformément aux normes en vigueur de ces équipements.

La remise de ce dossier sera faite par l'installateur au siège de l'ANME ou au niveau de l'un de ses services régionaux. A chaque remise de dossier, l'ANME remettra un reçu à l'installateur comportant les informations permettant de bien identifier le dossier en question, à savoir la date de réception du dossier, le code de l'installateur et le nom du client.

### 4. Examen du dossier par l'ANME

A la réception du dossier, l'équipe chargée du programme procèdera à la vérification de:

- la conformité du dossier aux Spécifications techniques d'admissibilité des installations au projet Bat Sol.
- dimensionnement de l'installation,
- la conformité des équipements aux critères d'éligibilité,
- coût total des équipements éligibles à la subvention,
- Montant de la subvention à accorder au projet.

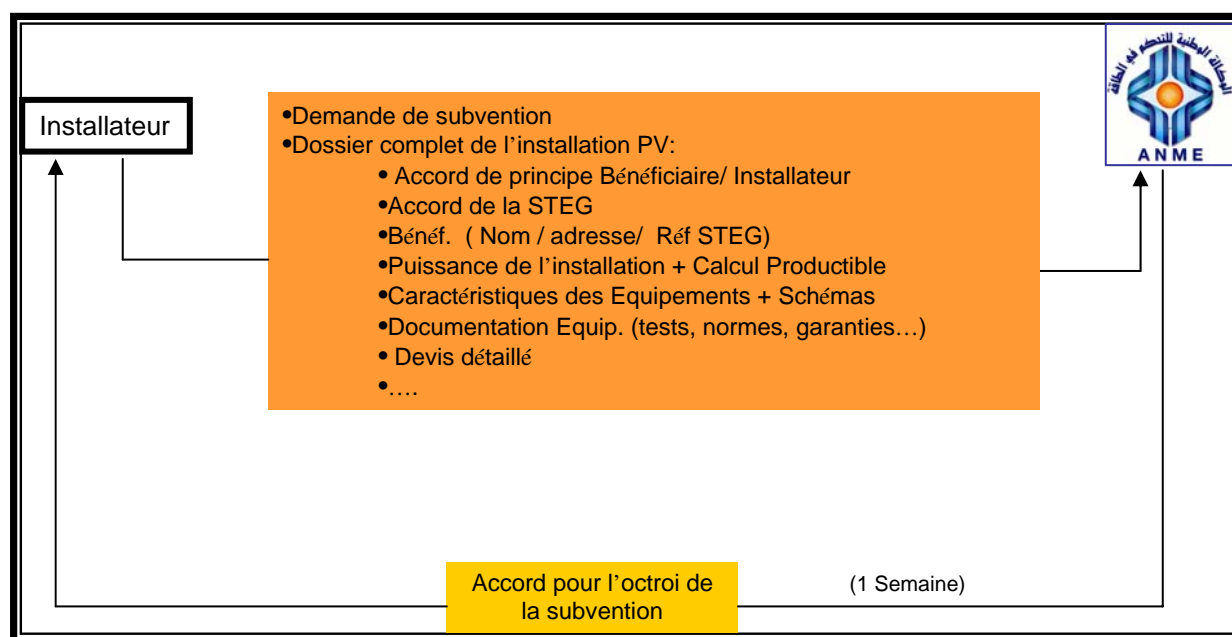
### **5. Transmission de l'accord de la réalisation du projet au installateur**

Dans un délai d'une semaine après la remise de dossier, l'installateur recevra de l'ANME un fax signalant :

- l'accord de l'ANME pour faire bénéficier le projet des avantages du programme BAT SOL,

OU

- le rejet du dossier en indiquant les causes de refus et les révisions demandées au niveau de l'étude pour qu'il soit éligible.



### **6. Conclusion du contrat installateur-client / réalisation de l'installation**

Après réception de l'accord de l'ANME, l'installateur est invité à conclure avec son client un contrat d'installation, détaillant toutes les clauses du marché, conformément à l'étude proposée et au devis présenté.

Après la réalisation de l'installation et son raccordement par la STEG, l'installateur transmettra à l'ANME un dossier comportant :

- le contrat de l'installation signé avec le client,
- un document de mise en service de l'installation fourni par la STEG,

- une demande pour le déblocage de la subvention au profit de l'installateur.

Il est à noter que ce dossier (portant la même référence que celle accordée au premier dossier préalablement déposé) devra parvenir à l'ANME (ou à l'un de ses services régionaux) au plus tard six (06) mois après la notification de l'éligibilité du projet aux avantages du programme BAT SOL.

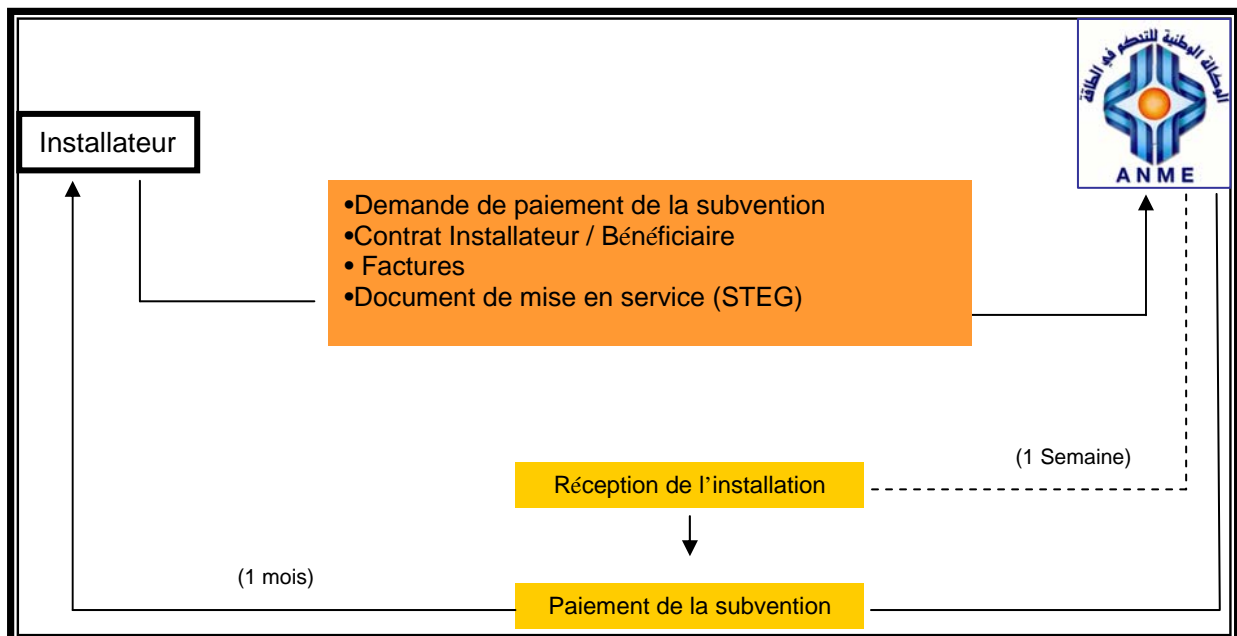
### 7. Réception de l'installation/ Déblocage de la subvention

L'ANME procédera à la réception de l'installation dans un délai d'une semaine de la date de dépôt de la demande de déblocage de la subvention.

Lors de la visite de réception, en présence du bénéficiaire et de représentant de l'installateur, l'ANME procédera à la vérification de :

- la conformité quantitative et qualitative de l'installation au dossier présenté,
- le fonctionnement de l'installation,
- la remise de la documentation nécessaire au client (manuel d'utilisation, garanties, manuel de maintenance...)
- Lors de la réception, un procès verbal résumant les constats effectués sera co-signé par l'ANME, l'installateur et le client.

En absence de réserves lors de la réception provisoire, l'ANME procédera au déblocage de la subvention au profit de l'installateur dans un délai de 30 jours de la date de la réception de l'installation.





# Projet Bât Sol

Spécifications techniques d'admissibilité des installations

## *Annexe*

*Mesures de sécurité à respecter lors  
du travail sur site*



## **Mesures de sécurité à respecter pour les installations photovoltaïques raccordées au réseau lors du travail sur site**

### **1- Généralités :**

Lors de l'installation d'un système PV, les règles d'usage en matière de santé, de sécurité et les recommandations en matière d'installations électriques doivent être appliquées.

Les spécificités du travail en toiture et du câblage résidentiel en courant alternatif sont traitées plus largement dans d'autres publications et ne sont donc pas détaillées dans ce document.

La section installation de ce document traite des problèmes d'installation spécifiques aux systèmes photovoltaïques et de leur contrôle

### **2- Spécificités des installations PV :**

#### **2.1 Risques identifiés :**

- Les modules PV produisent de l'électricité lorsqu'ils sont exposés à la lumière du jour et ne peuvent pas être interrompus individuellement. C'est pourquoi, contrairement à l'usage dans la plupart des installations électriques, les matériels PV partie courant continu doivent être considérés sous tension, même en cas de déconnexion de la partie courant alternatif.
- De même que pour les générateurs de courant, les chaînes de modules PV ne peuvent pas être protégées par des fusibles pour une déconnexion automatique en cas de défaut. En effet, le courant de court circuit est à peine plus élevé que le courant en fonctionnant.

Certains défauts non détectés (contacts défectueux, défauts d'isolation) peuvent engendrer la création d'arcs électriques qui ne pourront être interrompus et augmenter les risques d'incendie. Sans protections fusibles pour lever de tels défauts, la prévention des risques d'incendie peut être réalisée par une bonne conception du système courant continu et une installation soignée.

Compte tenu du niveau de tension  $> 120V_{cc}$ , de bonnes pratiques en matière de conception et d'installation de câblage sont nécessaires pour protéger du risque de choc électrique à la fois les installateurs du système et toute personne qui pourrait par la suite entrer en contact avec le système (opérateur, propriétaire, agent de nettoyage, ingénieur spécialisé, etc).

Le PV présente une combinaison unique de risques simultanément aux difficultés d'accès et de manutention à savoir :

- risques de choc électrique,
- risques de chutes pour le personnel travaillant en hauteur,
- risques de chutes d'objets si les travaux sont réalisés en hauteur,
- risques de casse de modules photovoltaïques,

Tous ces risques sont rencontrés systématiquement sur un bâtiment en construction, mais rarement tous en même temps. Bien que les couvreurs puissent être habitués à minimiser les risques de chute ou de blessure dus à des problèmes de manutention. De même façon, les électriciens sont familiarisés avec les risques de chocs électriques, mais pas forcément avec ceux de la manutention de grands composants en hauteur.

## **2.2 Mesures générales de sécurité :**

Afin de limiter les risques encourus pour l'installation d'un générateur photovoltaïque, les mesures de sécurité générales suivantes devront être mises en œuvre :

- Au niveau des intervenants :

### *Poseurs de modules photovoltaïques :*

- Personnes ayant reçu une information sur les spécificités du photovoltaïque et sous réserve que la pose des modules photovoltaïques ne présente aucun danger d'ordre électrique (présence de connecteurs isolés ou travail sous très basse tension de sécurité),
- Personnes habituées pour les travaux en hauteur.

Electriciens solaires :

- Personnes justifiant d'une expérience minimum pour la mise en œuvre d'installations photovoltaïques en condition similaires,
- Personnes ayant reçu une formation au photovoltaïque couplé réseau et traitant particulièrement ses spécificités en terme de protection des personnes et des biens.

**N.B.** Dans le cas où les mêmes personnes assurent à la fois la pose des modules photovoltaïques et l'ensemble du câblage électrique, celles –ci devront disposer de l'ensemble des compétences.

**2.3 Mesures spécifiques de sécurité :**

Afin de limiter les risques encourus pour l'installation d'un générateur photovoltaïque, les mesures sécurité suivantes devront être mises en œuvre.

**2.3.1 Travaux de manutention :**

- Utilisation d'équipement de protection individuelle (casque, vêtement, gants, chaussures de sécurité...)
- Utilisation de matérielle manutention appropriée (palan, grue, nacelle, planche de répartition de charge,...)
- Utilisation d'outils et d'appareils homologués pour un usage extérieur (outils, outillage électrique portatif, cordons prolongateurs, lampes baladeuses, groupe électrogène,...)

**2.3.2 Travaux d'ordre électrique :**

- Utilisation d'équipements de protection individuelle (gants isolants, lunettes,...)
- Utilisation de matériel de sécurité collectif (outils isolants, vérificateur absence de tension, banderoles de signalisation,...)

- Respect de procédure d'installation.

### **2.3.3 Travaux en hauteur :**

- **Accès :**
  - Utilisation de matériel temporaire approprié (échelle mobile, échafaudage,...)
  - Utilisation de matériel permanent (échelle à crinoline,...)
- **Travaux :**
  - Utilisation de matériel de sécurité collectif (garde – corps, filets, échafaudage,...)

Utilisation d'équipement de protection individuelle (harnais de sécurité, longe, casque,...) nécessitant la pose de points d'ancrage, de ligne de vie temporaire ou permanente

- Délimitation des zones de travaux (risques de chutes d'objets)
- Signalisation de zones de travaux.

## **2.4 Précautions de câblage :**

### **2.4.1 Champ photovoltaïque :**

Le système photovoltaïque doit être conçu pour permettre une installation de sécurité optimale. En conséquence, le câblage doit pouvoir se réaliser sans risque de chocs électriques si la procédure d'intervention est respectée.

Cela doit être réalisé de sorte qu'il ne soit jamais nécessaire pour un installateur de travailler dans une enceinte ou une situation avec les parties positives et négatives du champ PV de tension supérieure à 120 V qui soient accessibles simultanément.

**N.B.** L'utilisation de connecteurs isolés sur chacune des polarités est un moyen de travailler sans risque et hors tension.

S'il est inévitable de travailler dans une enceinte ou une situation qui permet l'accès à des fils sous tension > 120 V positifs et négatifs simultanément, cela doit être réalisé en travaillant de nuit avec un dispositif d'éclairage approprié qui n'éclaire pas le champ photovoltaïque, ou en utilisant des gants outils et matériels isolants dans le but de protéger le personnel (voir conditions réglementaires de travail sous tension).

Un signal d'avertissement temporaire et une barrière doivent être affichés pour toute la période pendant laquelle les câbles sous tension du champ photovoltaïque ou d'autres câbles à courant continu sont en cours d'installation.

**Remarque :** couvrir un champ photovoltaïque peut être un moyen d'éviter de travailler sous tension. En pratique, cependant, il est souvent difficile de mettre en œuvre cette solution sur des installations importantes.

**N.B.** Un champ PV peut être divisé en plusieurs subdivisions, pour réduire la tension et éviter ainsi une éventuelle électrocution sur ce circuit. De nombreux onduleurs présents sur le marché sont conçus pour s'adapter à de telles divisions.

Une double isolation, des barrières adéquates et une séparation des différentes parties du champ PV doivent être appliqués à tout système dont la tension en circuit ouvert dépasse les 120 volts en courant continu.

**Remarque :** la double isolation de tous les câblages en courant continu supprime pratiquement le risque d'électrocution accidentelle (par exemple via un câble défectueux entrant en contact avec le cadre d'un panneau PV) et le risque d'incendie. Avoir une boîte de jonction PV avec des parties négatives et positives bien séparées et protégées par des barrières, ou mieux en utilisant des enceintes séparées, tout cela réduit de manière significative le risque d'électrocution pour l'installateur.

Il est important de noter qu'en dépit des précautions décrites préalablement, un installateur qualifié ou un ingénieur spécialisé peut encore subir un choc électrique.

**Remarque :** un choc électrique peut se produire à cause d'une décharge capacitive – en effet, une charge peut s'accumuler dans le système PV en raison d'un effet capacitif vers la terre. De tels effets sont plus courants avec certains types de modules ou de systèmes, en particulier les modules en silicium amorphe (film mince), les modules avec des cadres ou faces arrière métalliques. Dans ce cas, des mesures de sécurité appropriées doivent être adaptées. (Voir directives de travail sous tension).

Un choc électrique peut se produire en raison d'un défaut d'isolement, généré par le champ PV. De bonnes pratiques de câblage, une double isolation et l'utilisation des modules de classe ils peuvent réduire significativement ce problème, mais une fois le système installé, des défauts d'isolement peuvent encore apparaître. Toute personne travaillant sur un système PV doit être consciente de ce problème et prendre les mesures qui en découlent.

Pour tout système avec une tension en circuit ouvert de plus de 120 volts, il faut toujours tester la tension sur le composant avant de toucher quelque composant du système que ce soit. Si un risque de choc électrique résiduel est identifié, alors les pratiques de travail sous tension doivent être adoptées.

**Remarque :** un exemple pour lequel de tels risques peuvent être rencontrés serait dans le cas où un installateur est assis sur une pièce métallique reliée à la terre pendant qu'il câble un grand champ PV. Dans de telles circonstances, l'installateur en touchant le câblage peut subir un choc électrique. La tension du choc électrique augmente avec le nombre de modules connectés en série. L'utilisation de gants et d'outils isolants, à laquelle s'ajoute un paillason isolant sur lequel l'installateur doit se tenir debout ou assis, peut supprimer ce risque.

#### **2.4.2 Liaisons électriques :**

##### Longueur et type de câbles

Les sections et type de câbles reliant les différents sous –ensembles doivent être conformes aux spécifications réalisés par le bureau d'étude pour éviter tout problème de fonctionnement.

Les câbles unipolaires double isolation doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV et l'onduleur soit inférieur à 3% (idéalement 1%).

Le câble AC de liaison entre l'onduleur e le disjoncteur doit être de classe II il est dimensionné pour limiter la chute de tension à une valeur inférieur à 3% (idéalement 1%).

##### Dispositions de câblage :

Le champ magnétique dû à la foudre génère dans les boucles ses surtensions proportionnelles à l'intensité du coup de foudre, à la surface et à la position de la boucle et à l'inverse de la distance au point d'impact.

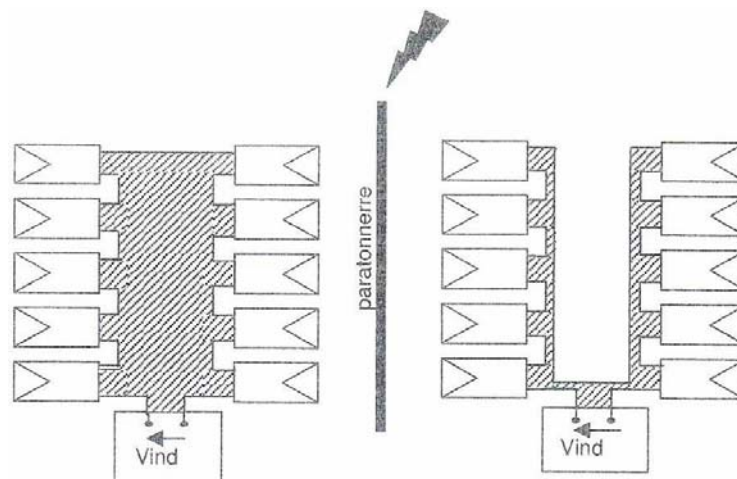
Pour limiter ces surtensions, des dispositions de câblage doivent être prises :

Câblage des modules photovoltaïques :

Avec les installations photovoltaïques, deux types de boucle d'induction peuvent exister si les précautions ne sont pas prises dans la mise en œuvre du câblage.

Boucle induite par les conducteurs actifs :

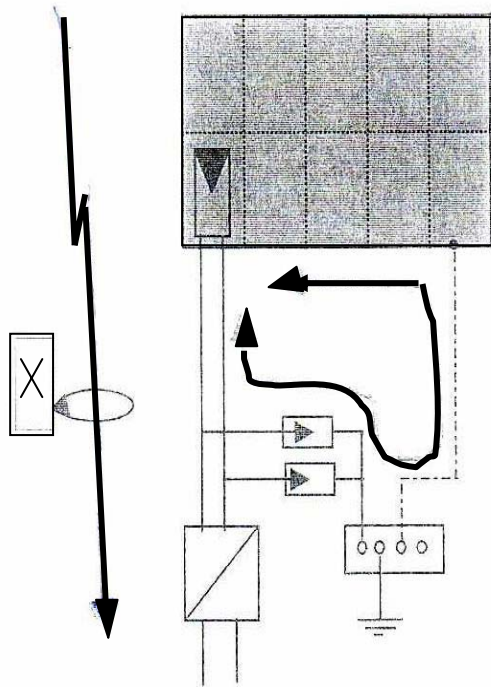
Les générateurs PV sont généralement constitués d'une connexion série de plusieurs modules photovoltaïques. Dans le cas d'un coup de foudre, une tension est créée entre la ligne positive (L+) et la ligne négative (L-) du système. Dans les cas les plus défavorables une tension induite se crée sur chaque module qui vient s'ajouter à la tension dans la boucle (L+, L-). Cette tension induite est transmise directement à l'entrée DC des onduleurs et peut occasionner leur destruction.



En conséquence, lorsque l'on câble des modules, il faut faire attention de ne pas faire de grande boucle, en plaçant par exemple les conducteurs de polarité positive et négative ensemble et parallèles, ainsi la surface de boucle reste la plus petite possible.

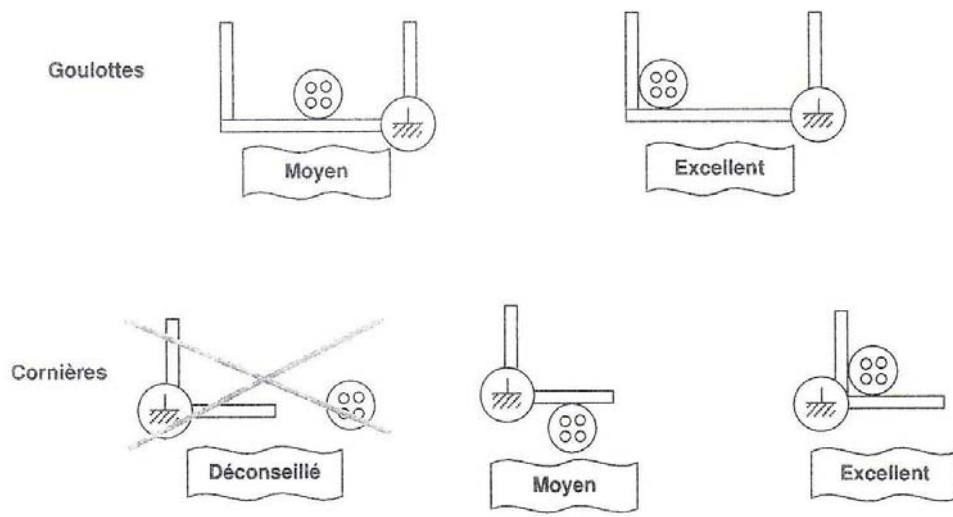
Boucle induite par les conducteurs actifs et les conducteurs de masse :

Une autre boucle peut se former entre les conducteurs actifs du circuit DC et le conducteur d'interconnexion des masses si ceux-ci ne sont pas joints lors du cheminement des câbles vers les équipements électriques (voir ci-dessous.). Cette surtension peut provoquer un claquage destructif des onduleurs ou des modules photovoltaïques.



Couplage inductif entre chaque composants et les parties métalliques du générateur.

En conséquence, on veillera à ce que les câbles de liaison entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques soient plaqués sur toute leur longueur contre le câble de masse. Une protection complémentaire, type blindage permet d'augmenter le degré de protection. Ce blindage peut être réalisé en utilisant des goulottes métalliques raccordées à la masse côté capteurs et côté bâtiment.





**Cheminement des câbles :**

- Les câbles doivent être fixés correctement, en particulier ceux exposés au vent. Les câbles doivent cheminer dans des zones préalablement définies ou à l'intérieur de protections mécaniques. Ils doivent aussi être protégés des bords anguleux.
- Le cheminement devra être tel que la longueur soit la plus faible possible entre le champ photovoltaïque et l'onduleur. Les câbles (+) et (-) ainsi que la liaison équipotentielle devront être jointifs pour éviter les boucles de câblage préjudiciable en cas de surtensions dues à la foudre.

**N.B.** Pour des installations très exposées à la foudre comportant des équipements sensibles, par exemple en télécommunication, plutôt que d'utiliser des câbles blindés entre champ photovoltaïque et électronique, il est préférable et moins coûteux de faire cheminer les conducteurs dans les chemins de câbles métalliques reliés à la masse de part et d'autre (voir ci-dessus).

**Connexions**

Pour des raisons de fiabilités de la connexion dans le temps, le nombre de connexion sur les liaisons DC doivent être réduit au minimum et celles –ci devront être réalisées par des connecteurs débrochables ou boîtes de jonctions adaptées.

**Câblage des protections AC**

Au niveau du câblage des protections AC, le réseau sera considéré comme la source et le générateur photovoltaïque comme la charge (réseau sur les bornes amont du disjoncteur).

**2.5 Emplacement des équipements :**

L'emplacement des équipements (boîte de jonction, onduleur(s) , coffrets de protections et comptage,...) sera choisi en fonction des critères suivants :

- Distance la plus courte possible entre les différents sous-ensembles (champ photovoltaïque, onduleur(s), réseau...);
- Non accessibilité aux personnes non habilitées (grand public, enfants,...);

- Accessibilité aisée pour la maintenance ;
- Montage sur une paroi suffisamment solide pour supporter le poids des équipements ;
- Montage sur murs éloignés d'un bureau ou pièce d'habitation en cas de nuisance sonore potentielle des onduleurs (ronronnement de transformateur interne ou de ventilation) ;
- Montage en extérieur possible si le degré de protection des équipements est suffisant en privilégiant les zones protégées de la pluie, du rayonnement solaire direct et de la poussière (voir recommandations constructeur) ;
- Montage du ou des onduleur(s) à l'intérieur d'un local suffisamment tempéré, ventilé et étanche au ruissellement si non conçu(s) pour un usage en extérieur (avec une distance minimale de 20 cm entre chaque onduleur).

## **2.6 Signalisation**

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenance, contrôleur, exploitants du réseau, services de secours) il est impératif de signaler le danger lié à la présence de 2 sources de tension (photovoltaïque et réseau électrique) sur le site.

Pour cela, il est demandé la pose de signalisation bilingue, arabe et français indiquant la nature du danger à proximité des différents équipements :

- Etiquette « attention : présence de 2 sources de tension Réseau et Photovoltaïque -Isoler les 2 sources avant toute intervention » à proximité :
  - du disjoncteur de branchement d'injection.
  - Du disjoncteur de soutirage du bâtiment d'injection.
  - Des onduleurs.

- Etiquette « ne pas ouvrir en charge » ou « ne pas déconnecter en charge » à proximité des différents équipements concernés : sectionneurs, connecteurs.
- Etiquette « danger, conducteurs actifs sous tension durant la journée » à proximité des différents équipements concernés : boîte de jonction, sectionneur DC, liaison principale DC,...
- Documents sous plastique (schéma électriques et d'implantation des composants du générateur photovoltaïque avec coordonnées de l'exploitant) à proximité du disjoncteur de branchement de soutirage.

**N.B.** En cas d'intervention du personnel de secours sur un bâtiment, il est important que celui –ci soit informé de :

- l'emplacement des disjoncteurs (injection et soutirage) permettant la coupure générale des circuits AC.
- La présence de tensions dangereuses en journée sur les circuits DC même après avoir coupé l'alimentation générale AC du ou des onduleur(s).

## **2.7 Documentation**

Un générateur photovoltaïque doit être accompagné au minimum de la documentation suivante :

- Un schéma électrique du système photovoltaïque ;
- Le repérage sur plans de l'implantation des différents composants et modules photovoltaïques ainsi que des liaisons correspondantes ;
- Des instructions de fonctionnement et de maintenance de l'onduleur ;
- Une description de la procédure d'intervention sur le système et consignes de sécurités.