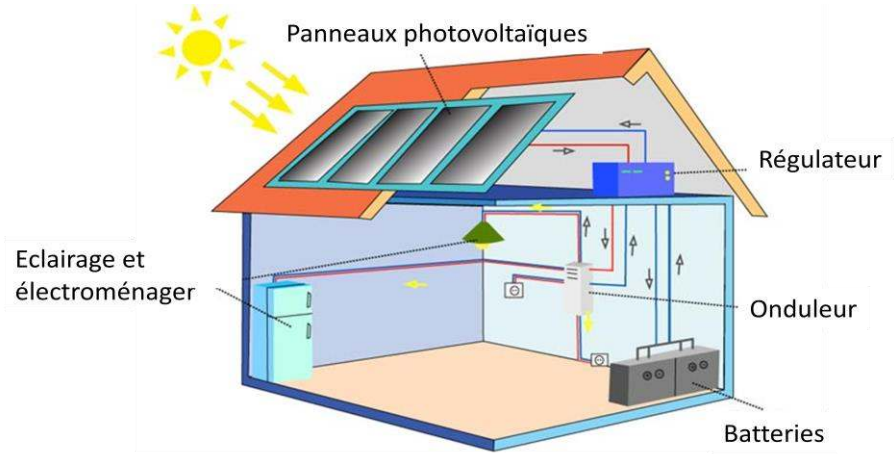
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE LA FORMATION ET DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
INSTITUT DE FORMATION ET DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
SANHADRI ABDELHAFID SIDI-BELABBES

MANUEL TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL DU STAGIAIRE

Installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques



SPECIALITE : Installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques
NIVEAU DE QUALIFICATION : II
MODULE : Installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques

CONÇU PAR: BEKHTI Mohammed El Amine

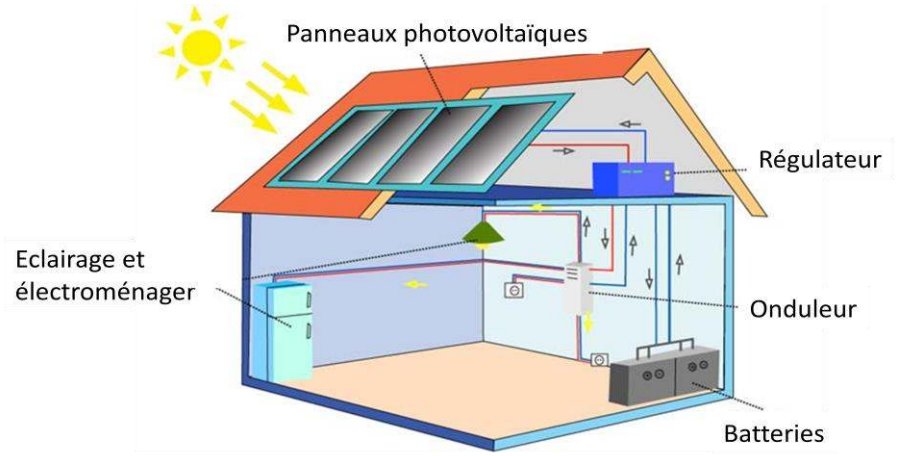
Decembre/2020

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE LA FORMATION ET DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
INSTITUT DE FORMATION ET DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
SANHADRI ABDELHAFID SIDI-BELABBES

MANUEL TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL DU STAGIAIRE

Installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques



SPECIALITE : Installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques
NIVEAU DE QUALIFICATION : II
MODULE : Installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques

CONÇU PAR: BEKHTI Mohammed El Amine

Decembre/2020

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

L'EQUIPE DE PRODUCTION

Rédaction et conception

Mr BEKHTI Mohammed El Amine, psfep chargé de l'ingénierie pédagogique
IFEP Sidi Bel Abbes

Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce manuel et m'ont été d'une aide précieuse.

Les droits de reproduction d'adaptation, ou de traduction de ce manuel professionnel sont réservés exclusivement à l'institut de formation et d'enseignement professionnels (IFEP) de SIDI BEL ABBES et à l'institut National de formation et d'enseignement professionnels (INFEP) d'Alger y compris la reproduction par procédé mécanique ou électronique

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Table des matières

Préambule 7
Chapitre 1 Les constituants d'une installation photovoltaïque.....8
1.1 Modules photovoltaïques.....
1.1.1 Caractéristiques des modules photovoltaïques.....
1.1.2 Connexions et raccordement des modules photovoltaïques.....
1.1.3 Effet de l'ombre.....
1.1.4 Les règles d'installation.....
1.1.5 Exercice1.....
1.2 Batteries.....
1.2.1 type des batteries.....
1.2.2 Chute de tension.....
1.2.3 Connexion des batteries.....
1.2.4 Exercice 2.....
1.3 Régulateur.....
1.3.1 Connexion du régulateur.....
1.3.2 Exercice 3.....
1.4 L'onduleur.....
1.4.1 Connexion de l'onduleur.....
1.4.2 Exercice 4.....
1.5 Résumé.....
1.6 Exercice de synthèse1.....

Chapitre 2 La réalisation d'une installation des panneaux solaire photovoltaïque.....
2.1 Câblage de la partie courant continu…….....
2.1.1 Disposition générale.....
2.1.2 Acheminement des câbles.....
2.1.3 Protection mécanique des câbles ……
2.1.4 Usage des connecteurs…….
2.1.5 Exercice5……..
2.2 Mise en œuvre des boites de jonction.....
2.2.1 Conditions de mise en œuvre des boites de jonction.....
2.2.2 Règles de mise en œuvre des boites de jonction…….....
2.2.3 Exercice6
2.3 Coffret courant continu DC …….....
2.3.1 Interrupteur courant continu…….....
2.3.2 Parafoudre DC .....
2.3.3 Exercice7……..
2.4 Sections des câbles de la partie DC.....
2.4.1 Courants dans les câbles de chaines/groupes…….....
2.4.2 Chute de tension dans la partie courant continu.....
2.4.3 Exercice8…….
2.5 Moyens de protections et dispositifs de sécurité.....
2.5.1 Procédures de protection.....
2.5.2 Exercice 9.....
2.6 Résumé.....
2.7 Exercice de synthèse 2.....

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 3 Le Réglage et l'ajustement des éléments de l'installation.....
3.1 Techniques d'étiquetage, repérage et identification des circuits.....
3.1.1Les différentes techniques d'étiquetage, repérage.....
3.1.2 Exercice 10.....
3.2 Techniques de vérification de la conformité.....
3.2.1 Les différentes techniques de vérification de la conformité.....
3.2.2 Exercice 11.....
3.3 Résumé .....
3.4 Exercice de synthèse 3.....
Résumé générale.....
Activité de synthèse.....
Bibliographie.....
Annexe (corrigé des exercices).....

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

PREAMBULE

Ce manuel est un support pour le stagiaire dont l'intitulé Installation et entretien des installations solaires photovoltaïques, qui va vous permettre d'acquérir la compétence nécessaire et la technologie des différents appareils, équipements et machines électriques.

Il a été réalisé à partir du programme de formation « installation et entretien des installations photovoltaïques et thermiques » Module MQ3**.**

Le module installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques permet d'installer et d'entretenir des panneaux solaires photovoltaïques.

Pour ce faire, Les chapitres suivant y sont développés :

Chapitre 1 Les constituants d'une installation photovoltaïque

Dans ce chapitre on parle des différents équipements nécessaires dans une installation photovoltaïque et leurs types.

Chapitre 2 La réalisation d'une installation des panneaux solaire photovoltaïque

Dans ce chapitre on parle des étapes à suivre pour installer les panneaux solaires photovoltaïques

Chapitre 3 Le Réglage et l'ajustement des éléments de l'installation

Dans ce chapitre on parle sur l'étiquetage, le repérage et la conformité.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

DONNEES GENERALES SUR LA PROFESSION

PRESENTATION DE LA PROFESSION

Branche professionnelle : Electricité – Electronique « **ELE** »

Dénomination de la profession : Installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques

Définition du métier :

L'Installateur des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques est un spécialiste de montage d'équipements fonctionnant avec de l'énergie solaire pour produire de l'électricité (panneaux photovoltaïques) ou de l'eau chaude sanitaire (panneaux thermiques « chauffe eau solaire ») et assurer l'entretien du premier ordre de ces équipements.

Tâches principales ; Il est chargé de :

- Lire les schémas et plans d'installations des panneaux solaires,
- Déposer la couverture et Poser des panneaux en intégration ou surimposition,
- Façonner et souder du zinc,
- Utiliser les moyens de protection, de prévention et les dispositifs de sécurité,
- Recevoir et vérifier les outils et les équipements et matière d'œuvre,
- Tracer le passage des différents réseaux selon un plan préétabli,
- Poser et fixer les équipements et leurs accessoires,
- Assembler et raccorder les éléments et équipements,
- Assurer les raccordements aux différents réseaux (électriques, fluidiques,…),
- Etiqueter, repérer et identifier les circuits et les réseaux,
- Vérifier la conformité du travail réalisé au regard du travail demandé,

CONDITIONS DE TRAVAIL

Les travaux de l'Installateur des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques sont réalisés lors de chantiers qui peuvent être exécutés dans des conditions et milieux souvent complexes : L'installateur travaille presque toujours en hauteur et à l'extérieur. Les conditions météorologiques sont un facteur à ne pas négliger.

Lieu de travail

L'Installateur des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques exerce son activité en chantiers neufs ou de rénovation de logements, de commerces ou de bureaux occupés.
- entreprise du domaine du génie électrique,
- entreprise du domaine du génie climatique,

Eclairage

Eclairage artificiel et généralement naturel (généralement les travaux sont réalisés en chantiers, à l'extérieur).

Température

Selon le lieu, la période et la saison. Généralement les travaux sont réalisés en chantiers, à l'extérieur.

Bruits et vibrations

Bruits divers… selon le chantier et milieu du travail

Poussière

Plus ou moins…, Selon l'endroit et les conditions climatiques

RISQUES PROFESSIONNELS

L'installateur de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques doit tenir compte de toutes les consignes et réglementations en vigueur concernant la sécurité des personnes et des biens. Les installations présentent des risques : incendie, électrocution, chutes (travail en hauteur), blessures causées par des outils tranchants, brûlures lors de la réalisation des opérations de soudage de la tuyauterie et réalisation des canalisations

CONTACTS SOCIAUX-PROFESSIONNELS

L'installateur des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques est appelé à nouer des relations avec :

- Ses collègues de travail
- Sa clientèle
- Ses responsables hiérarchiques
- Ses subordonnés

EXIGENCES DE LA PROFESSION

Physiques (taille et robustesse)

- Personne normale (pas d'exigences particulières), jouir de toute ses facultés moteurs et sensorielles
- appelé souvent à travailler dans des positions inconfortables.

Intellectuelles

- Esprit d'initiative

- Sens de responsabilité

RESPONSABILITÉS DE L'OPERATEUR

L'Installateur des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques exécute les activités et tâches qui lui sont confiées après avoir pris connaissance des consignes (orales ou écrites) et directives de son encadrement (responsable d'équipe ou de chantier).

Matérielle

L'installateur de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques est responsable des équipements sur lesquels il intervient, des appareils de mesures et l'outillage qu'il utilise. Il est appelé à :

- Utiliser son matériel d'une manière correcte
- Effectuer un entretien périodique de son matériel
- Veiller au rangement de son matériel et à l'organisation du lieu de travail.

Décisionnelle

Son degré d'autonomie peut être différent selon la taille, l'organisation des entreprises, la nature et la complexité des équipements installés. Il doit respecter et faire respecter la politique de travail imposée et gérer au mieux les équipements et les produits qu'il utilise.
Il est entièrement autonome lorsqu'il travaille à son compte personnel.

Morale

L'installateur de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques doit se sentir responsable à la tâche qu'il exécute, et envers l'équipement, l'installation et l'environnement. Il doit fournir un travail de qualité et satisfaire sa clientèle lorsqu'il est autonome.

Sécuritaire

L'installateur de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques doit veiller au respect et à l'application des normes de santé, sécurité et environnement au milieu du travail.

POSSIBILITES DE PROMOTION

Accès aux postes supérieurs

- Habileté et adresse

Contre-indications

- Allergies à la poussière.
- Handicape sensoriel (insuffisance de l'ouïe et de la vue, daltonisme).

- Handicape moteur.
- L'installateur de panneaux solaires photovoltaïques et thermiques a la possibilité d'accéder à certains postes supérieurs selon la réglementation en vigueur (expérience, après des formations continues…).

- **FORMATION**

- **Conditions d'admission : 4ème** année moyenne

- **Durée de formation :** 12 mois (34 semaines 1224 heures) dont (6 semaines / 240 heures) de stage pratique en entreprise.

- **Niveau de qualification :** Niveau 2

- **Diplôme : Certificat** d'**A**ptitude **P**rofessionnelle (**C.A.P**) **Installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques**

FICHE DE PRESENTATION DU MODULE QUALIFIANT M.Q 3

INTITULE DU MODULE : Installation et entretien d'une installation solaire photovoltaïque

CODE DU MODULE : MQ 3

DUREE DU MODULE : 120 heures

OBJECTIF DU MODULE

COMPORTEMENT ATTENDU :

A l'issue de ce module, le stagiaire doit être capable d'installer, régler, mettre en service et entretenir une installation des panneaux solaires photovoltaïques.

CONDITIONS D'EVALUATION

A partir de :

- Site d'intervention.
- Catalogues constructeurs, normes ; réglementation particulière.
- calendrier d'intervention.
- Plans d'installation, schémas, bons de commande, bons de livraison, notices.
- Présentations d'installation en vidéo, en photos…

A l'aide de :

- Parc matériel mis à disposition,
- Équipements de protection (lunettes, gants, ceinture…).
- Appareils de mesure (appareil de mesure de l'isolation, multimètre numérique jusqu'à 10ACC).
- Outillage nécessaire (différentes clés, visseuse, perceuse, meuleuse, décamètre…).
- Equipements accessoires (Panneaux, onduleur, batterie de stockage…), câbles, connecteurs, boîtes de connexion.
- Matériel complémentaire et matière d'œuvre (vis, écrous, rondelles, connecteurs de câbles, câbles, gaines…)

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- L'Installation, le réglage et la mise en service de l'une installation solaire photovoltaïque (sites isolés) ont été réalisés selon les normes et le cahier des charges.
- Respect des consignes de santé, sécurité et environnementales sur le lieu de travail ou chantier.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

OBJECTIFS INTERMEDIAIRES	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCES	ELEMENTS DU CONTENU
Déterminer les constituants d'une Installation photovoltaïque Réaliser l'installation des panneaux solaires photovoltaïques Régler et ajuster les éléments de l'installation	- Aisance dans la détermination des constituants d'une Installation photovoltaïque - La présence des réseaux électriques, leurs caractéristiques sont conformes au plan d'exécution - La présence et l'utilisation des dispositifs de sécurité sont vérifiés. - La sécurité des personnes est assurée - Les supports complémentaires et les ancrages adaptés sont mis en place. - Les réseaux électriques sont tracés et repérés conformément au plan d'exécution. - Les équipements et accessoires sont installés conformément au plan d'exécution et en sécurité. - Les réseaux électriques sont façonnés conformément au plan d'exécution et aux règles de l'art. - Les équipements et éléments sont assemblés et raccordés conformément au plan d'exécution et/ou aux notices constructeurs. - Les réseaux électriques sont raccordés conformément aux plans d'exécution. - Les circuits sont repérés réglementairement. - Le travail réalisé est conforme au travail demandé.	- Modules, panneaux photovoltaïques, Constitution - Caractéristiques (courant, tension, puissance, Rendement), - Connexions - Raccordements - Effet de l'ombre ; protection des panneaux - Types d'implantation des panneaux ; règles d'installation - Batteries – Régulateur – Onduleur - Modes et conditions de raccordement, Chute de tension - Techniques de repérage du passage des réseaux électriques, et de vérification de leurs caractéristiques - Définir les moyens de protection et dispositifs de sécurité - Techniques de mise en place les supports complémentaires et ancrages adaptés - Techniques d'implantation et de fixation des équipements et leurs accessoires - Techniques de façonnage des réseaux électriques - Techniques d'assemblage et raccordement des éléments et équipements - Techniques d'étiquetage, repérage et identification des circuits - Techniques de vérification de la conformité du travail réalisé au regard du travail demandé

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre I Les constituants d'une installation photovoltaïque

Une installation photovoltaïque est un ensemble d'équipements raccordés, afin d'obtenir de l'électricité à partir du soleil.

1.1 Modules photovoltaïques

Un module photovoltaïque est un ensemble de cellules solaire raccordées en série et en parallèle. Il existe plusieurs type de modules solaire selon leurs constitution physique (monocristallin, poly cristallin, amorphe).

1.1.1 Caractéristiques des modules photovoltaïques

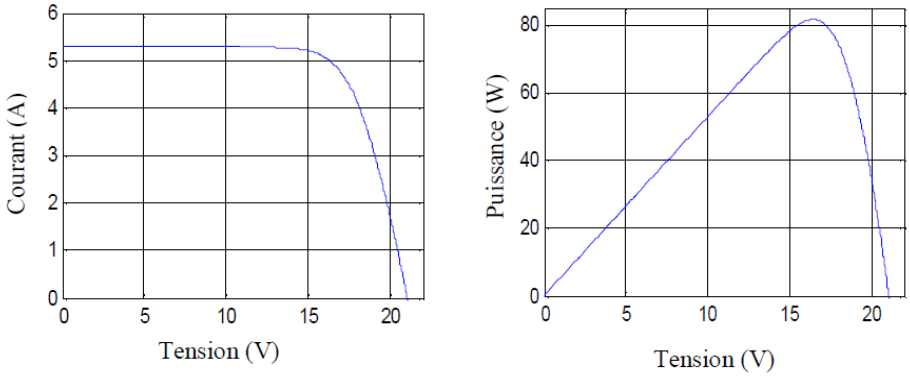
Un module photovoltaïque contient deux caractéristiques I(V) et P(V) voire figure 1

Tableau1: Caractéristiques des différents types des modules photovoltaïques

technologie	monocristallin	poly cristallin	amorphe
Cellule et module			
Caractéristiques	• Très bon rendement : 14 à 20 %. • Durée de vie : importante (30 ans) • Coût de fabrication : élevé. • Puissance : 100 à 150 Wc/m2. 7 m2/kWc. • Rendement faible sous un faible éclairement. • perte de rendement avec l'élévation de la température. • Fabrication : élaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal • Couleur bleue uniforme.	• Bon rendement : 11 à 15 %. • Durée de vie : importante (30 ans) • Coût de fabrication : meilleur marché que les panneaux monocristallins • Puissance : 100 Wc/m2. 8 m2/kWc. • Rendement faible sous un faible éclairement. • perte de rendement avec l'élévation de la température. • Fabrication : élaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux. • Ces cellules sont bleues, mais non uniforme : on distingue des motifs créés par les différents cristaux.	• Rendement faible : 5 à 9 %. • Durée de vie : assez importante (20 ans) • Coût de fabrication : peu onéreux par rapport aux autres technologies • Puissance : 50 Wc/m2. 16 m2/kWc. • Fonctionnement correct avec un éclairement faible. • Peu sensible aux températures élevées. • Utilisables en panneaux souples. • Surface de panneaux plus importante que pour les autres panneaux au silicium. • Rendement faible en plein soleil. • Performances diminuant avec le temps. • Fabrication : couches très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal.
Part de marché	43 %	47 %	10 %

Toutes ces caractéristiques sont représentées dans deux courbes I(V) et P(V) voir figure 2

Figure 2.caractéristique I(V) et P(V)



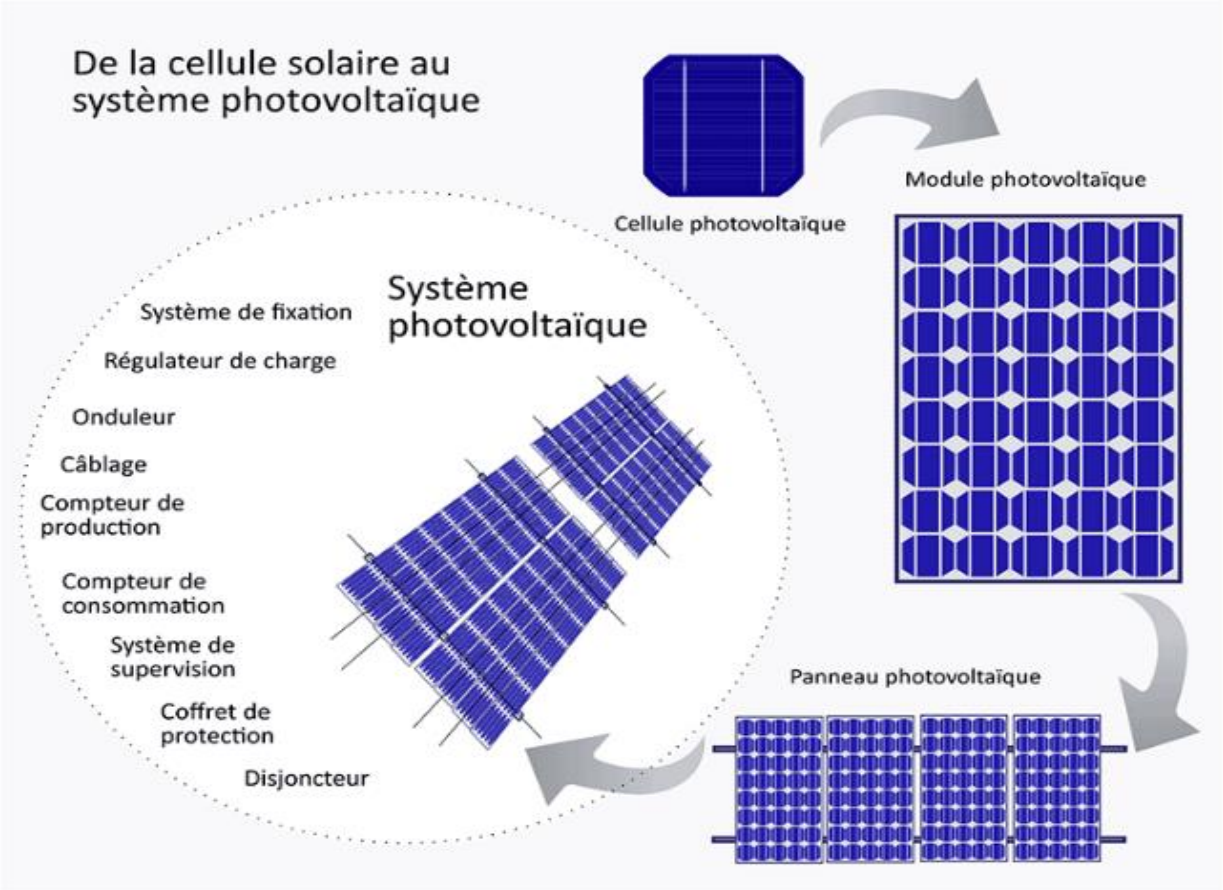
Source: thèse master solaire photovoltaïque/UDL SBA 2013

1.1.2 Connexion et raccordement des modules photovoltaïques

Le module photovoltaïque est un ensemble de cellules solaire assemblées en séries et en parallèles.
Le panneau photovoltaïque est un ensemble de module assemblés en série et en parallèle. Voir figure 3

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 3.La différence entre la cellule le module et le panneau et le système photovoltaïque

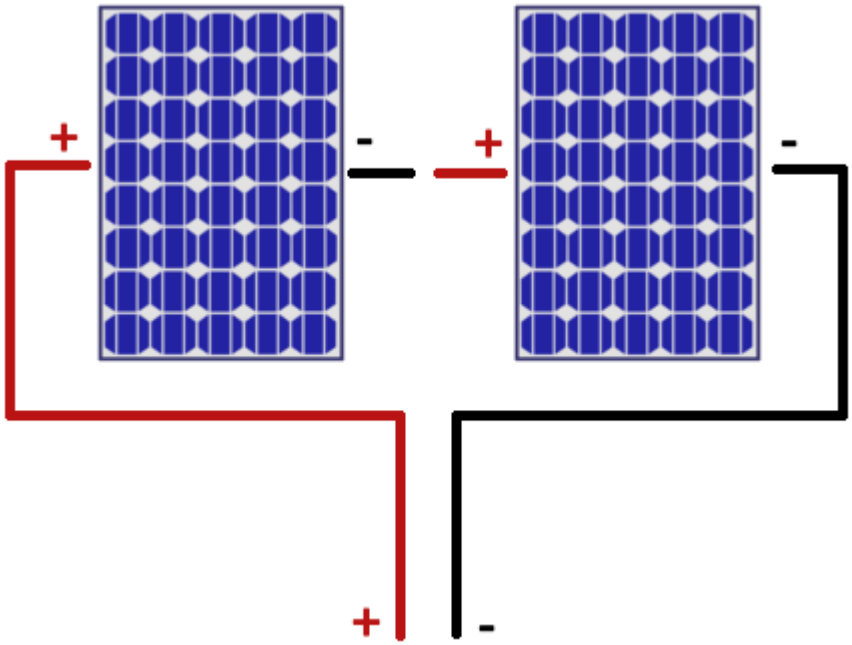


Source: https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/schema-panneau-photovoltaique.html

Pour une installation sur mesure on opte pour un raccordement des panneaux en série ou en parallèle, voire une combinaison des deux. Le montage de panneaux photovoltaïques en série est l'option à retenir lorsque l'on souhaite additionner les voltages de chaque panneau en préservant un ampérage identique. On relie les pôles positifs d'un panneau aux pôles négatifs d'un autre panneau. Ce type de branchement s'effectue avec des panneaux de même ampérage. En effet si l'on relie deux panneaux d'ampérage différent, l'ensemble s'aligne sur l'ampérage le plus faible. Voir figure 4 et 5

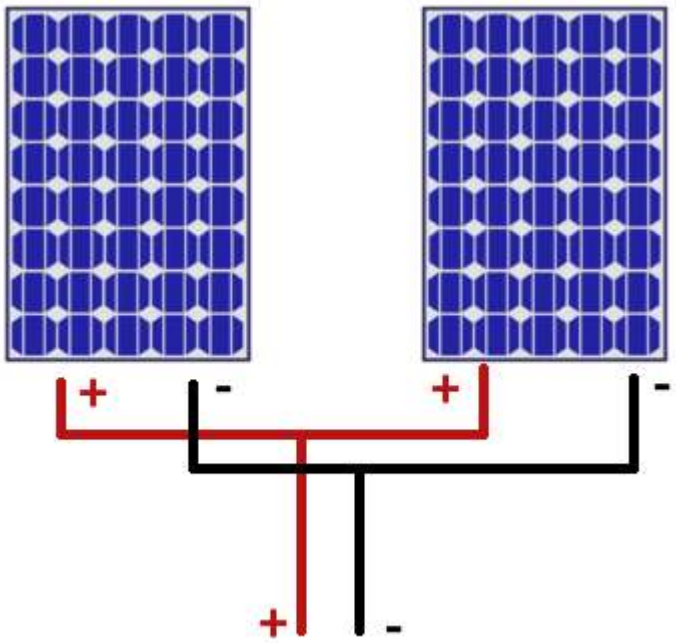
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 4. Branchement en série



Source: https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/schema-panneau-photovoltaique.html

Figure 5. Branchement en parallèle



Source: https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/schema-panneau-photovoltaique.html

Le montage des panneaux photovoltaïques en parallèle additionne les intensités tandis que la tension reste identique. Ce type de raccordement influe donc sur l'ampérage et non sur le voltage. Les bornes positives de chaque panneau sont reliées entre elles, de même que les bornes négatives. On choisit ce type de branchement lorsque l'on souhaite une forte intensité. Afin d'éviter les risques de surtension et de court-circuit, on relie entre eux des panneaux de même voltage. On peut par contre utiliser des panneaux d'intensité différente afin d'atteindre l'ampérage désiré.

1.1.3 Effet de l'ombre

Les panneaux solaires photovoltaïques sont très sensibles à l'ombre. Les conditions d'ombrage totales ou partielles ont un impact important sur la capacité de production d'énergie et peuvent entraîner des pertes. Les cellules d'un panneau solaire sont généralement connectées en série pour obtenir plus de puissance, et donc une production convenable d'électricité. Mais lorsqu'un ombrage se produit, cette structure présente certaines limites.

- **Les différents types d'ombrages**

  - **Ombrage temporaire**

L'ombrage temporaire résulte de nuages, de déjections d'oiseaux, de poussières ou de feuilles mortes.

  - **Ombrage proche**

Les ombres causées par les obstacles proches sont directes. Les cheminées, supports d'éclairage, antennes paraboliques, saillies de toit et de façade, structures de bâtiment décalées, superstructures de toit, pour ne citer que quelques exemples.

  - **Ombrage lointain**

L'ombrage lointain provient de l'environnement du bâtiment. Des montagnes, des arbres, des câbles passant au-dessus des bâtiments, des bâtiments voisins ou des bâtiments distants pourraient également être source d'ombre.

  - **Auto-ombrage**

Avec les systèmes de montage en tables, une rangée de modules peut entraîner un ombrage sur la rangée voisine. Dans ce cas de figure, il est nécessaire d'optimiser l'inclinaison et l'espacement entre les rangées de modules.

  - **Ombrage direct**

L'ombrage direct peut entraîner de grandes pertes d'énergie, car la proximité de l'objet provoquant l'ombre empêche le panneau solaire photovoltaïque de capter la lumière.

1.1.4 Les règles d'installation

Les panneaux solaires, photovoltaïques ou thermiques, ne s'installent pas sans règles. Vous devez respecter les demandes de votre commune, le code de l'urbanisme et la présence éventuelle de bâtiment historique à proximité.
On ne peut pas installer un panneau solaire n'importe où !la création d'un champ de panneaux solaires photovoltaïques est réglementée de façon spécifique.

- **Respecter les règles d'urbanisme :**

Avant de vous lancer dans l'installation de panneaux solaires, vous devez vous renseigner, pour ne pas enfreindre les lois, auprès de :

-**Votre mairie:** Votre commune peut imposer l'aspect de votre maison (couleurs, matériaux, toits, etc.), ce qui vous obligera à adapter votre choix d'installation

- Votre copropriété: Si vous souhaitez installer des panneaux dans un immeuble, vous devez demander l'accord de l'assemblée générale des copropriétaires.

- **La direction départementale des territoires :** elle vous expliquera comment suivre le plan local d'urbanisme(PLU), qui fixe les règles d'utilisation des sols et d'aspect extérieur des bâtiments. Le PLU précise les contraintes pour la pose de panneaux solaires, selon la région.

- **Attention à l'interdiction des panneaux solaires**

Si vous habitez à proximité d'un bâtiment classé ou d'un site historique ou protégé, vous devrez obtenir l'accord des architectes des bâtiments. L'organisation peut poser un veto sur votre projet.

- **Réglementation : spécificités des champs photovoltaïques :**

Pour les installations solaires au sol(champs de panneaux photovoltaïques),une réglementation spécifique s'applique. Selon la puissance et la taille du système, les procédures d'installation sont variables :

-Puissance inférieure à 3kWc : vous devez réaliser une déclaration préalable de travaux. Si la hauteur de l'installation est inferieur à 1.80m, vous êtes dispensé de cette déclaration.

- Puissance entre 3 et 25 kWc : vous devez réaliser une déclaration préalable de travaux.Si la zone est proche d'un site classé, vous devez obtenir un permis de construire.

-Puissance supérieur à 250 kWc : vous devez faire réaliser une étude d'impact, une enquête publique, et obtenir un permis de construire.

-Puissance entre 250 et 4500 kWc : l'installation est réputée déclarée, vous n'avez pas de démarches à faire.

-Puissance supérieure à 4500 kWc : vous devez obtenir une autorisation d'exploiter.
Pour pouvoir exploiter votre installation solaire photovoltaïque, vous devez effectuer des démarches, selon la puissance du parc :

- **Réglementations : La fiscalité du solaire**

Pour être sûr de bénéficier des aides fiscales pour la pose de panneaux solaires, choisissez des équipements conformes aux exigences légales.

1.1.5 Exercice1

Répondez par vrai ou faux :
- Les panneaux solaires photovoltaïques consomment de l'énergie.
- Les panneaux solaires génèrent du courant continu.
- Mettre les panneaux en série augmente la tension.
- Mettre les panneaux en parallèle augmente le courant.
- l'effet de l'ombrage influe sur le rendement des panneaux.

1.2 Les batteries

Les batteries solaires sont adaptées au cyclage quotidien et à la charge lente par panneaux solaires. Leur durée de vie est considérablement augmentée si la profondeur de décharge quotidienne est inférieure à 40% de la capacité totale pour les batteries plomb et jusqu'à 80% pour les batteries lithium.

1.2.1 Types des batteries

Il existe 3 types de batteries de stockage solaires :

- **les batteries ouvertes** (habitat isolé) : elles peuvent être au lithium ou au plomb.
  Les **batteries au lithium** sont plus coûteuses et réservées aux véhicules de loisirs (camping-car, bateau). Les batteries au plomb ont une durée de vie de 400 à 500 cycles de charge - décharge complète.

Figure 6. Batterie ouverte



Source : www.solaris-store.com

- **les batteries AGM** (petites installations, loisirs)

Figure 7. Batterie AGM



Source : www.solaris-store.com

- **les batteries GEL** (habitat isolé, hydraulique, signalisation) : elles sont conçus pour supporter jusqu'à 900 cycles de charge - décharge complets.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 8. Batterie GEL



Source : www.solaris-store.com

Les batteries sont proposées sous des tensions de 2 à 12 V. Pour un système sous 12 V, il faudra installer une batterie 12 V ou 2 batteries 6 V. Il est déconseillé de brancher plus de 4 batteries en parallèle.

Les batteries scellées de type VRLA ne nécessitent aucun entretien. Il faut juste procéder à un dépoussiérage régulier et vérifier les connexions. En cas de fuite de liquide, la batterie doit être remplacée rapidement.

Les batteries ouvertes sont plus fragiles et nécessitent plus d'attention. Le niveau d'électrolyte doit être vérifié tous les 6 mois et éventuellement complété par de l'eau distillée. Il peut être nécessaire de recharger la batterie à l'aide d'un chargeur régulé. Il faut ensuite vérifier la densité de chaque élément avant la remise en service.

1.2.2 Chute de tension

Dans une installation photovoltaïque ou une alimentation de secours en électricité, les batteries représentent une part importante du coût initial... et leur renouvellement et pratiquement le seul coût de fonctionnement.

Plusieurs phénomènes (sulfatation, perte d'eau, perte de masse...) limitent la durée de vie de vos batteries mais l'usage que vous en faite peut accélérer dramatiquement leur vieillissement : rien de plus facile que de mettre hors d'usage en 2 semaines une batterie conçue pour durer plusieurs année. Voici quelques règles pour éviter cette mésaventure et prolonger les performances de vos batteries.

- Ne déchargez jamais complètement une batterie
- Limitez le courant de charge(Le courant de charge doit rester inférieur à un quart de la capacité de la batterie)
- Evitez les recharges partielles et effectuez des charges d'entretien
- Pour les batteries ouvertes : contrôlez régulièrement le niveau d'eau
- Autant que possible, maintenez les batteries au frais

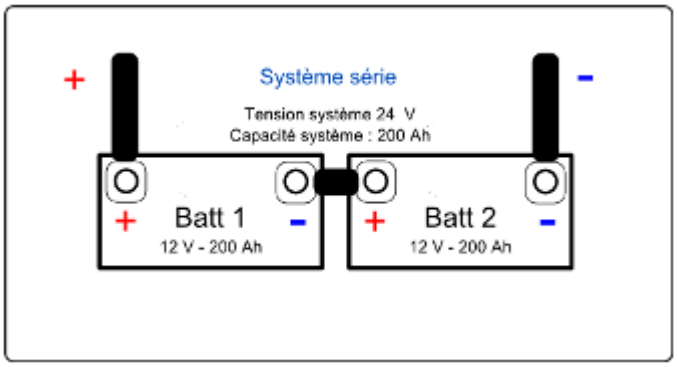
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1.2.3 Connexion des batteries

Pour savoir connecter des batteries solaires entre elles il suffit de connaître trois règles fondamentales :

- **Les tensions des batteries s'ajoutent lorsqu'elles sont branchées en série, la capacité reste fixe.** (On branche les plus avec les moins et les deux conducteurs qui restent donnent les polarités)

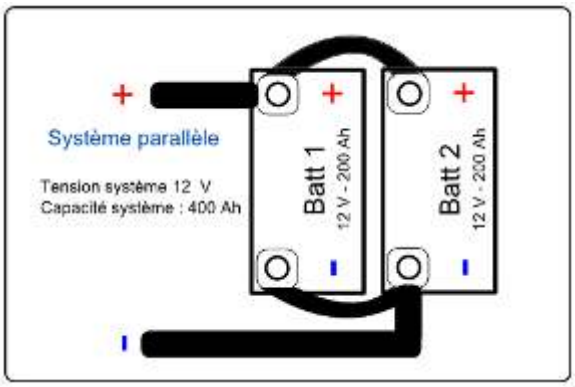
Figure9. Connexion des batteries selon la première règle



Source : www.solaris-store.com

- **Les capacités des batteries s'ajoutent lorsqu'elles sont en parallèles, la tension reste fixe.** (Les plus avec les plus et les moins avec les moins)

Figure10. Connexion des batteries selon la troisième règle



Source : www.solaris-store.com

- **Le câble positif doit être branché sur la première batterie et le négatif sur la dernière batterie de la série et des branches en parallèles comme sur le schéma ci-dessus.**

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1.2.4 Exercice 2

-Enumérer les trois règles fondamentales concernant la connexion des batteries.

1.3 Régulateur

Le régulateur de charge/décharge est associé à un générateur photovoltaïque, il a pour rôle, entre autres, de contrôler la charge de la batterie et de limiter sa décharge. Sa fonction est primordiale car elle a un impact direct sur la durée de vie de la batterie.

1.3.1 Connexion du régulateur

Il doit être installé au plus près de la batterie pour limiter la longueur des câbles et donc les pertes d'énergies.

Il est préférable de choisir un emplacement hors gel, au sec et ventilé.

Se référer à la notice fabricant.

Le régulateur de charge doit être compatible avec les panneaux solaires et la batterie.

- **Pour la ou les batteries**

Il suffit de connaitre la tension du parc complet, 12V, 24V, 36V ou 48V.

- **Pour le ou les panneaux**

Il y a plusieurs cas possibles.

Panneaux 36 cellules (12V) ou 72 cellules (24V) :

- **Avec un régulateur classique type "PWM"**, la tension panneau doit être la même que celle de la batterie. Dans le cas d'une batterie 12V, on doit avoir un panneau 12V ou plusieurs mais branchés en parallèle pour ne pas modifier la tension. On ne pourra pas utiliser un panneau 24V ou deux panneaux 12V branchés en série qui donnerais du 24V.

- **Avec un régulateur MPPT**, la tension panneau doit être supérieure à celle de la batterie pour qu'il fonctionne correctement. Dans le cas d'une batterie de 12V, on ne peut pas utiliser un panneau de 12V, il faudra au minimum un panneau 24V, deux panneaux 12V branchés en série ou un panneau avec un plus grand nombre de cellules (54 ou 60 par exemple).

Pour une batterie 24V, c'est un peu différent, le minimum sera un panneau 24V soit 72 cellules.

- Panneaux 54 / 60 cellules et autres :

- On ne pourra utiliser qu'uniquement un régulateur MPPT car la tension panneau ne correspond pas à une tension batterie standard. On s'assurera toutefois d'avoir toujours une tension supérieure à celle de la batterie.

- **Régulateur MPPT**

Il est limité en tension d'entrée côté panneau solaire, 75V, 100V, 150V ou plus. Pour savoir si le régulateur est compatible avec les panneaux qu'on cherchera à brancher en série pour obtenir la tension la plus élevée possible, on additionne les tensions à vide (Uoc) puis on ajoute un coefficient de 20% pour tenir compte de l'influence de la température ambiante.

Exemple : 2 Panneaux 250Wc avec une tension à vide de 38V chacun nous donne : 38(V) + 38(V) = 76(V) x 1.2 = **91.2V**
Il faudra donc un régulateur qui supporte une tension en entrée de 100V.

Figure 11 : Branchement du régulateur de charge



Source: WEB

1.3.2 Exercice3

Encercler V si c'est vraie et F si c'est faut :

Dans un régulateur MPPT la tension panneau doit être la même que celle de la batterie. **V** **F**
Dans un régulateur PWM la tension panneau doit être supérieure à celle de la batterie pour qu'il fonctionne correctement. **V** **F**

1.4 Onduleur

Un onduleur solaire pour site isolé à pour fonction principale de convertir une tension continue comme celle d'une batterie en tension alternative semblable à celle du réseau électrique domestique 230V.

1.4.1 Connexion de l'onduleur

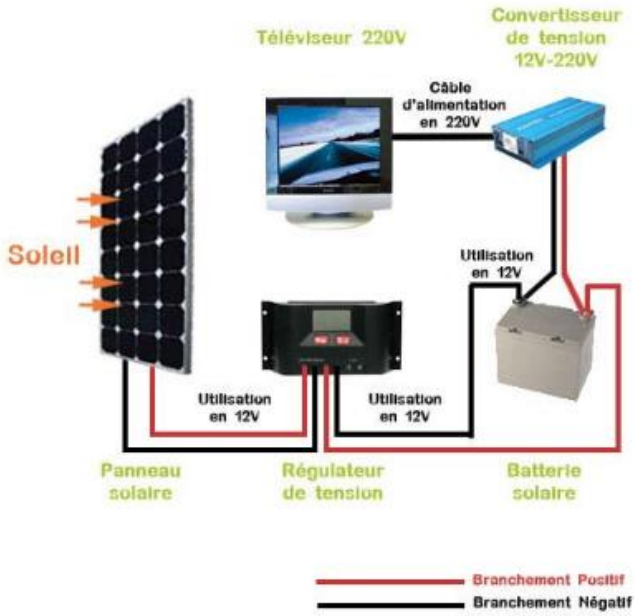
- Le choix du câble côté batterie (DC) est primordial pour le bon fonctionnement du système. Une section de câble insuffisante va provoquer une grande perte d'énergie.

Le dimensionnement du câble est défini par le courant et la tension qui le traverse ainsi que par sa longueur.

Vérifier la polarité des câbles avant chaque branchement à l'aide d'un testeur (multimètre) ou en repérant les câbles avec du scotch par exemple. Les couleurs communes étant le rouge pour le (+) et le bleu pour le (-).

- Il en est de même pour le câble côté 230V, la section minimale est en 2.5 mm² mais lorsque la puissance atteint ou dépasse 30A on passera en 6 mm² voir plus si nécessaire.

Figure 12 : branchement de l'onduleur



Source: WEB

1.4.2 Exercice 4

Mettez les mots ci-dessous correspondants au paragraphe :

Continue - batterie - onduleur solaire - alternative

Un …… pour site isolé à pour fonction principale de convertir une tension…….. comme celle d'une…….. en tension…… semblable à celle du réseau électrique domestique 230V.

1.5 Résumé

Les différents équipements nécessaires dans une installation des panneaux photovoltaïque, ainsi que leurs différents types, et le raccordement de ces derniers.

1.6 Exercice de synthèse1

Spécialité : installation et entretien des systèmes solaires photovoltaïques et thermiques

Module : Installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïque

Durée : 2 heures

But : Maitriser l'entretien d'un kit solaire photovoltaïque.

Matériel requis :

Documents

Mise en situation :

On veut décrire les constituants d'une installation photovoltaïque comprenant tous les équipements.

Démarche à suivre :

-Vérifier la documentation.

-Faites le synoptique de l'installation on décrivant le rôle de chaque équipement.

Le câblage des différentes composantes d'une centrale photovoltaïques (CPV) nécessite la mise en œuvre des câbles et des appareils de sectionnement, coupure et protection qui répondent aux exigences des normes relatives aux centrales photovoltaïques.

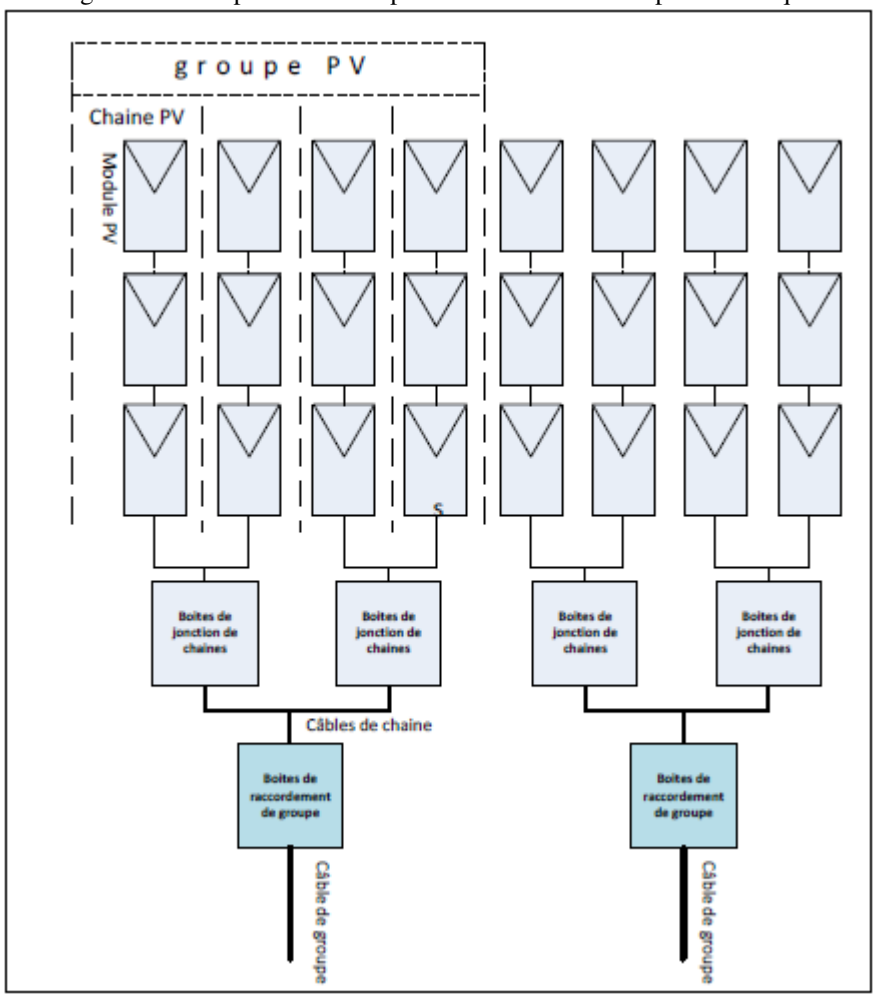
2.1 Câblage de la partie courant continu

Il est à noter que tous les composants du câblage courant continu (câbles, interrupteurs, connecteurs, modules etc.) doivent être de classe II de protection, répondre aux spécificités des centrales photovoltaïques et doivent être choisis en fonction des valeurs de courant et de tension maximum des chaines de modules interconnectés constituant le générateur photovoltaïque.

2.1.1 Disposition générale

La figure ci-dessous présente les composants nécessaires dans la partie DC d'une centrale photovoltaïque.

Figure 13 : Composantes de la partie DC d'une centrale photovoltaïque



Source : Référentiel technique des installations photovoltaïque

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.1.2 Acheminement des câbles

Les câbles de la partie DC d'une centrale photovoltaïque doivent :

▪être Protégés des conditions climatiques sévères et des rayonnements ultra-violets afin de ralentir le processus de vieillissement et à minimiser les risques de point chaud et d'arc ;

▪ cheminer côte à côte et le câble d'équipotentialité doit emprunter le même cheminement pour éviter les boucles de câblage préjudiciables en cas de surtensions dues à la foudre ;

▪ être posés sans contact avec des arrêtes tranchantes pour éviter les dommages mécaniques ;

▪ être choisis et mis en œuvre de manière à réduire au maximum le risque de défaut à la terre ou de court-circuit ; cette condition est assurée en utilisant des câbles mono-conducteurs d'isolement équivalent à la classe II (isolation double).

▪ doivent cheminer dans des conduits fermés, non encastrés, distincts de ceux des circuits alternatifs, sauf ponctuellement au niveau des croisements.

▪ être posés en utilisant des matériels de fixation appropriés. Les matériels d'installation utilisés à l'extérieur comme les colliers de câblage, par exemple, doivent être résistants aux intempéries. Les options de fixation listées ci-après peuvent être utilisées :

- Tube PVC (IRO ou IRL)
- Tube annelé (gaines)
- Chemins de câble
- les colliers de câblage

2.1.3 Protection mécanique des câbles

La protection mécanique des câbles doit être spécifiée pour :

- Préserver le câble des dommages de toutes natures (mécanique, solaire, intempérie, rongeurs,…).
- Assurer la sécurité des personnes.
- Ne pas être accessible.

A cet égard, les chemins de câble (métallique ou/et plastique, des fourreaux PVC, …) doivent être prévus pour chaque installation. Le choix de la protection mécanique adéquate doit être justifié.

2.1.4 Usage des connecteurs

Tous les points de connexions nécessaires à la réalisation d'une chaîne PV dont la tension UCOmax est supérieure à 60 V (deux modules et plus), doivent être assurés par des connecteurs y compris à ses extrémités.
Pour garantir la qualité de la connexion et limiter les risques d'arc électrique pouvant créer des incendies, chaque couple de connecteurs mâle-femelle à assembler doit être de même type et de même marque.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

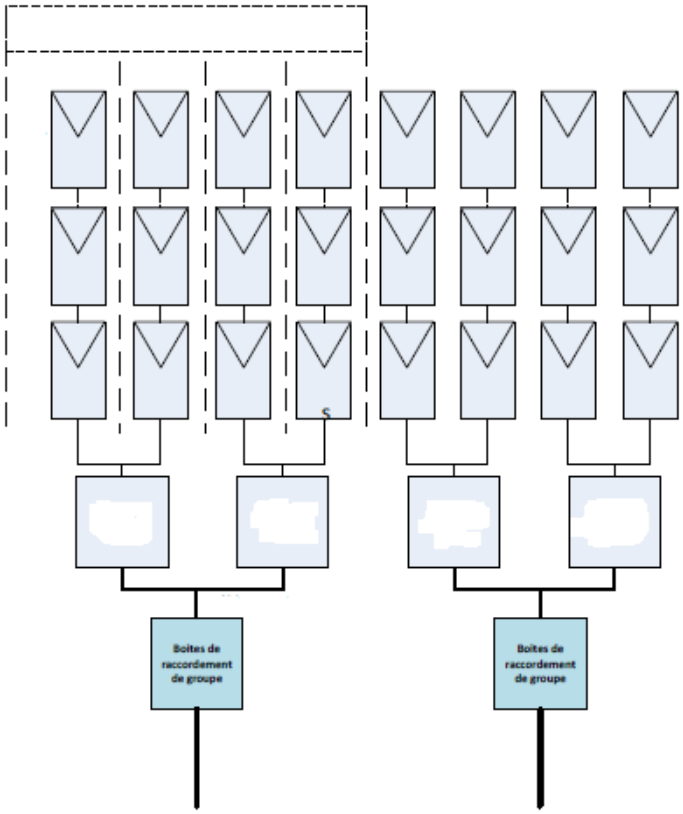
Figure 14 : Connecteur DC mâle-femelle



Source : Référentiel technique des installations photovoltaïque

2.1.5 Exercice 5

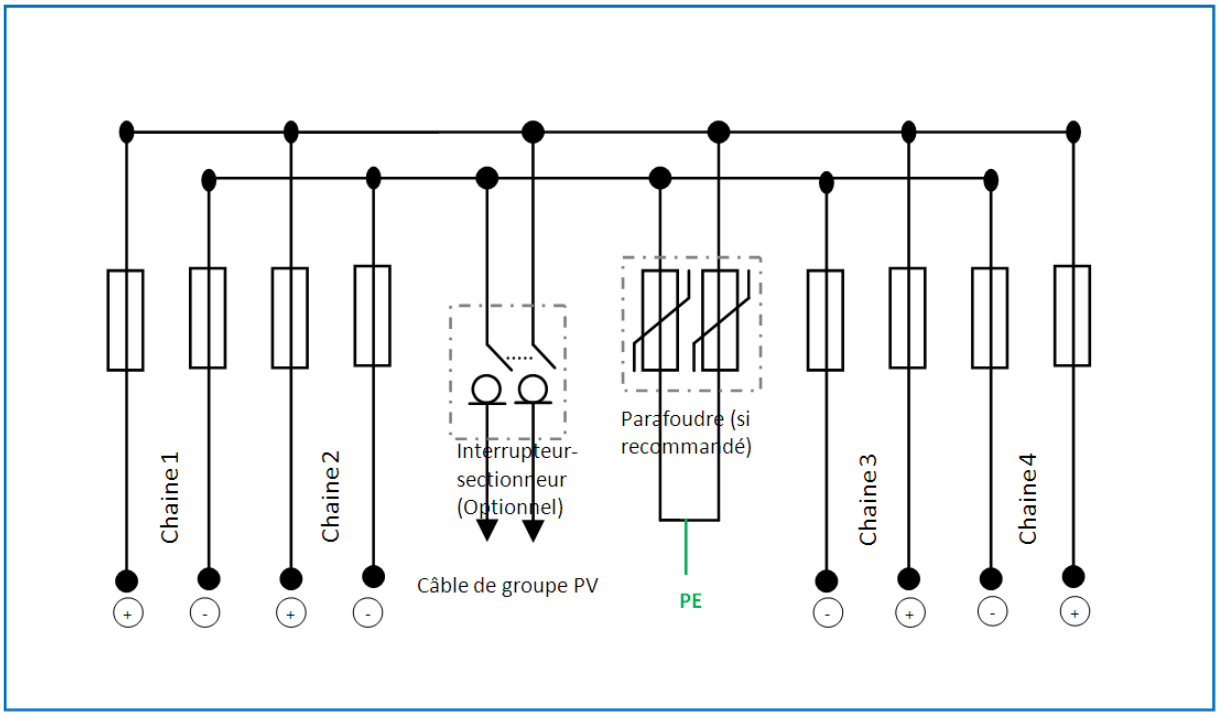
-Complétez le schéma ci-dessous par :
Groupe PV - chaine PV - module PV - boite de jonction de chaines - câble de chaines - boite de raccordement de groupe - cable de groupe



2.2 Mise en œuvre des boites de jonction

C'est une enveloppe dans laquelle des chaînes photovoltaïques sont reliées électriquement en parallèle.

Figure 15 : Schéma unifilaire d'une boite de jonction à 4 chaines



Source : Référentiel technique des installations photovoltaïques

2.2.1Conditions de mise en œuvre des boites de jonction

L'utilisation d'une boite de jonction à proximité du générateur photovoltaïque, en amont du câble photovoltaïque principal, est exigée dans les cas suivants :

- Limiter le nombre de câbles entre les modules photovoltaïques et les coffrets électriques en aval ;
- Lorsque le nombre de chaine de module est strictement supérieur à 2 ;
- Lorsque la distance entre champ photovoltaïque et onduleur dépasse 30 mètre et qu'une protection contre la foudre est recommandée (il est possible d'installer une boite de jonction avec parafoudre intégré).

2.2.2 Règles de mise en œuvre des boites de jonction

La mise en œuvre des 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 se conformer aux dispositions constructives suivantes :

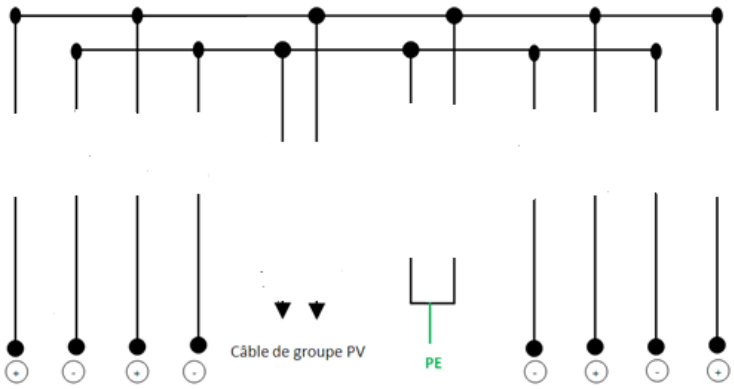
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Assurer une prévention contre tout phénomène de condensation ;
- Être implantées en un lieu accessible pour les exploitants et comportant des étiquettes de repérage et de signalisation du danger, Les étiquettes doivent être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux intempéries (température, humidité, UV,…)
- Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement par le biais de porte fusible ou d'autres liaisons dé-connectables (connecteur débrochable par exemple) mais sans risque pour l'opérateur.
- 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 la polarité négative de chaque chaîne.
- Une Disposition des bornes positives et négatives de telle sorte que les risques de court-circuit durant l'installation ou la maintenance soient improbables.
- Un marquage visible et inaltérable indiquant que les parties actives internes à ces boites peuvent rester sous tension après sectionnement de l'onduleur courant continu.

2.2.4 Exercice6

- Complétez le schéma ci-dessous par ce qui convient

Schéma unifilaire d'une boite de jonction à 4 chaines



2.3 Coffret courant continu (DC)

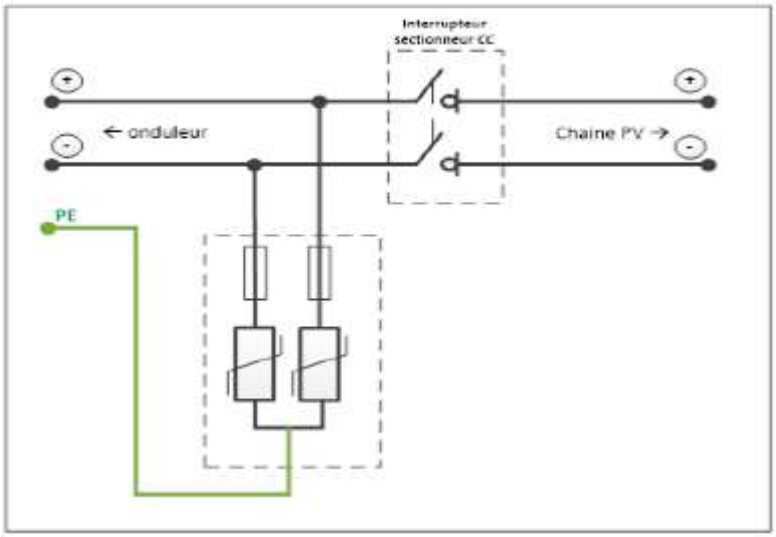
Le coffret CC, obligatoire, abrite les équipements de sectionnement, de coupure et de protection suivants :

- La coupure sur le côté continu ;
- Le sectionnement de l'installation photovoltaïque pour des besoins de maintenance ou autre ;
- La protection contre les surtensions ;
- La protection contre les surintensités dans certains cas.

Le coffret DC est installé en amont de l'onduleur photovoltaïque et dans un emplacement le plus proche possible de ce dernier.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 16 : Exemple de schéma unifilaire d'un coffret DC



Source : Référentiel technique des installations photovoltaïques

2.3.1 Interrupteur courant continu

Pour permettre les opérations de coupure d'urgence, de réparation et de maintenance des centrales photovoltaïques, un interrupteur DC doit être prévu , à proximité de l'onduleur, pour déconnecter l'onduleur du générateur photovoltaïque.

L'interrupteur DC doit être conçu pour fonctionner dans les conditions extrêmes du générateur photovoltaïque. La tension nominale doit être supérieure à 1.15 de la tension maximale du générateur à vide (-10°C) et le courant doit être supérieur à 1.25 fois le courant de court-circuit du générateur PV.

Pour les onduleurs de fortes puissances dont la maintenance peut être assurée par remplacement des composants internes, le dispositif de sectionnement peut être intégré dans la même enveloppe.

L'interrupteur général DC doit commuter en charge et il doit être conçu pour la tension à vide maximale du générateur solaire ainsi que le courant maximum du générateur.

La manœuvre de l'interrupteur doit assurer une ouverture/fermeture omnipolaire et simultanée des deux polarités du circuit continu.

La commande de l'interrupteur DC doit être facilement reconnaissable et rapidement accessibles.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.3.2 Parafoudre DC

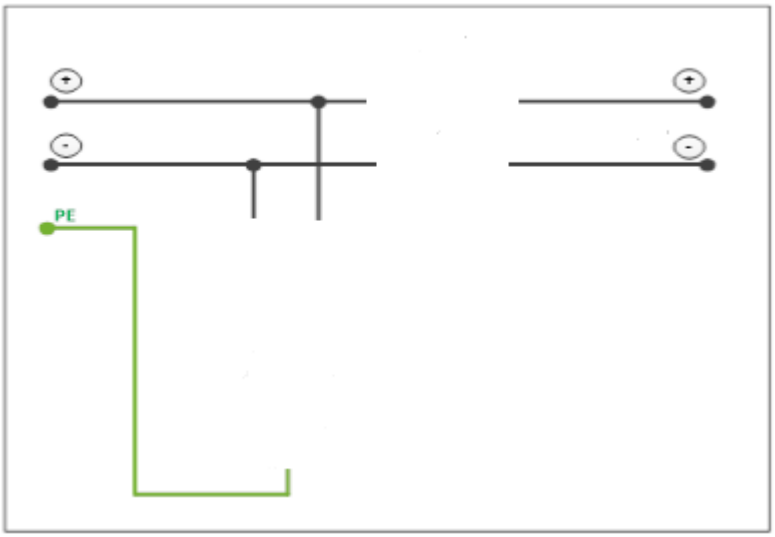
Le parafoudre est un dispositif destiné à limiter le niveau de surtensions transmises par les câbles à un niveau compatible avec la tension de tenue aux chocs des matériels de l'installation et des matériels alimentés par cette installation. Il est généralement placé entre un conducteur actif et la masse de l'équipement à protéger, elle-même reliée à la terre et parfois entre conducteurs actifs.

Les parafoudres de type 2 sont conçus pour être installés sur des sites où la probabilité d'impact direct de foudre est estimée à une faible valeur. Les parafoudres de type 2 protègent l'ensemble de l'installation et résistent aux ondes de choc de type 8/20 µs.

En cas de présence d'un paratonnerre sur le bâtiment, il est obligatoire d'installer un parafoudre de Type 1.

2.3.3 Exercice7

-Complétez le schéma ci-dessous



2.4 Sections des câbles de la partie DC

Le choix des sections des câbles de polarité côté DC s'effectue selon deux critères majeurs :
- Le courant admissible Ia ;
- La chute de tension maximale admise

2.4.1 Courant dans les câbles de chaines/groupes

Le courant admissible d'un câble est la valeur maximale de l'intensité du courant pouvant parcourir en permanence ce conducteur sans que sa température soit supérieure à sa température spécifiée.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 17 : Courant admissible IZ des câbles photovoltaïques pour une température maximale à l'âme de 90°C (Extrait du guide UTE 32-502).

Section (mm²)	Courant admissible
2,5	19 A
4	26 A
6	33 A
10	46 A
16	62 A
25	82 A
35	102 A

Source : Référentiel technique des installations solaires photovoltaïque

2.4.2 Exercice8

-Reliez chaque section de câble avec son courant admicible :

Section (mm²)	Courant admissible
10	26 A
16	19 A
25	62 A
2,5	102 A
35	33 A
6	82 A
4	46 A

2.5 Moyens de protections et dispositifs de sécurité

La gestion des risques dans une installation photovoltaïque se situe à 2 niveaux : durant le chantier, elle porte plus sur l'installateur ; une fois l'installation terminée les risques sont plutôt liés à l'installation : en cas de surtension, en cas d'incendie et en cas de vol.

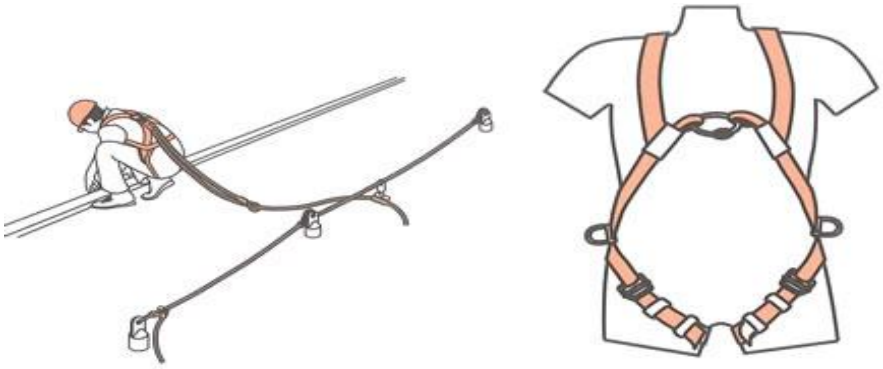
2.5.1 Consignes liées au travail en hauteur

Tous travaux en toiture doit se conformer aux règles de sécurité décrites dans le Règlement Général pour la Protection du Travail (RGTP). Il contient des dispositions générales et des dispositions particulières pour l'utilisation des échelles, des échafaudages et des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes.
Les points suivants y sont détaillés
• Analyse des risques et mesures de prévention
• L'utilisation des échelles, escabeaux et marchepieds

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

• L'utilisation des échafaudages
• L'utilisation des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes

Figure 17 : L'utilisation d'une ligne de vie et d'un harnais de sécurité avec accrochage dorsal est obligatoire pour le travail en hauteur



Source : fotovoltaïsche zonne-energie – module 8 – risicobeheer november 2010 ─ 1/7

2.5.2 Procédures de protection

L'installation de capteurs doit faire l'objet de précautions particulières en matière de protection, dans la perspective d'interventions de maintenance et d'éventuelles interventions des services de secours en cas de sinistre.

- **Protection contre les chocs électriques**

Sur le circuit alternatif, la protection contre les chocs indirects doit comprendre au moins un dispositif de protection différentielle, de sensibilité appropriée aux conditions de mise à la terre. Pour les locaux d'habitation, la protection doit être assurée par un dispositif différentiel à haute sensibilité (≤ 30 mA).

- **Protection contre les surintensités**

Risque de surcharge : les circuits doivent être protégés conformément aux règles générales de la norme NF C 15-100.

Risques de court-circuit : dans le cas d'un branchement à puissance limitée, compte tenu de la présence des fusibles AD, un pouvoir de coupure de 3 kA est suffisant pour les dispositifs de protection contre les courts-circuits présents en aval du point de livraison.

Dans le cas d'un branchement à puissance surveillée, le pouvoir de coupure des dispositifs de protection est déterminé en tenant compte des courants de courts-circuits maximaux susceptibles d'apparaître en provenance du réseau public de distribution.

- **Protection de découplage**

Objectif : séparer l'installation photovoltaïque du réseau en cas de défaut sur celui-ci se traduisant par :

- la disparition complète de la tension réseau ;
- une tension ou une fréquence d'injection au-delà des limites spécifiées par le gestionnaire de réseau ;
- une marche en réseau séparé (îlotage), situation dans laquelle, suite à un incident, une partie du réseau alimentée par des générateurs distribués continue à fonctionner de manière autonome par rapport au reste du réseau.

D'une manière générale, il est recommandé d'utiliser des onduleurs avec une protection de découplage intégrée.

- **Dispositif de sectionnement et de coupure d'urgence :**

Afin de pouvoir arrêter manuellement le fonctionnement de l'installation et d'assurer la maintenance de l'onduleur en toute sécurité, des dispositifs de sectionnement omnipolaires et de coupure en charge doivent être installés côté courant continu et côté courant alternatif.

Pour assurer une séparation en toute sécurité de l'onduleur en cas de maintenance, les dispositifs de coupure d'urgence côté DC et côté AC doivent rester indépendants de ce dernier.

Figure 18 : Sectionneur de coupure d'urgence



Source : WEB

Fixé en mural sur la façade extérieure de l'habitat (au plus près des modules photovoltaïques et hors de portée des enfants), ce coffret pré-câblé s'actionne à partir du sol à l'aide d'une perche, utilisée par les sapeurs-pompiers. La coupure du circuit électrique est réalisée en actionnant un interrupteur-sectionneur

- **Coupure pour intervention des services de secours**

Dans un établissement recevant du public (ERP) neuf ou existant, la commission centrale de sécurité (CCS) a rendu un avis en 2009 sur les mesures de sécurité à prendre.

Ainsi, avant toute installation de panneaux photovoltaïques, la CCS préconise de transmettre pour avis un dossier au service de prévention du service d'incendie et de secours territorialement compétent. Ce service est ensuite prévenu de l'installation effective du générateur photovoltaïque.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

En complément, une instruction technique de 2013 émanant de la CCS concerne spécifiquement les ERP. Pour chaque usage du bâtiment, cette instruction définit les règles d'implantation et d'installation :

- des organes de protection côté courant continu ;
- des canalisations destinées au transport du courant continu
- des onduleurs ou organes de conversion ;
- des autres dispositifs techniques relatifs à la sécurité.

Objectif : éviter les risques d'incendie et les risques d'exposition aux chocs électriques en cas de sinistre, de dégradation de l'installation ou d'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie.

➢ Protection contre la foudre :

Un toit équipé de panneaux solaires photovoltaïques n'attire pas plus la foudre qu'un autre toit. Cependant, un coup de foudre direct sur les modules provoque irrémédiablement leur destruction.

C'est pourquoi, dans les zones à risque élevé (voir le niveau kéraunique Nk), l'installation de parafoudres protégeant l'installation photovoltaïque (capteurs et onduleur) est rendue obligatoire au même titre que la protection de l'installation électrique du bâtiment.

Deux mesures doivent être prises :

1. Relier par un conducteur d'équipotentialité (obligatoirement de couleurs verte et jaune s'il est isolé) tous les éléments conducteurs et masses métalliques de l'installation photovoltaïque. Ce conducteur d'équipotentialité doit être relié à la borne principale de terre du bâtiment.
2. Envisager de mettre en œuvre des parafoudres, côté courant continu et côté courant alternatif, en fonction du niveau kéraunique (Nk) local et des caractéristiques de l'installation.

Figure19 : caractéristiques et alimentation du bâtiment

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (Ng) Niveau kéraunique (Nk)	
	Ng ≤ 2,5 Nk ≤ 25 (AQ1)	Ng > 2,5 Nk > 25 (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire	Obligatoire
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne	Non obligatoire	Obligatoire
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire	
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes	Selon analyse du risque	Obligatoire

Source : Guide d'exploitation des installations photovoltaïques

Une analyse de la situation, selon le type d'installation et son environnement électrique, permet de déterminer rapidement si une protection foudre est nécessaire.

- **Risques d'incendie**

Les incendies d'installations photovoltaïques peuvent avoir des causes multiples. Parmi les facteurs à risque identifiés, une discontinuité dans le circuit courant continu peut provoquer un arc électrique ou des surchauffes issues de surintensités.

Les principaux points sensibles résident au niveau de la connectique et du raccordement à des masses métalliques à la terre :

- les connecteurs doivent être choisis de la même marque. Un soin particulier à la mise en œuvre est impératif, car il arrive que des sertissages soient défectueux ;
- le raccordement à la masse, selon le guide UTE C15-712-1, permet de s'assurer de l'absence de défaut d'isolement grâce au contrôleur d'isolement intégré à l'onduleur ;
- l'équipotentialité des masses, élément favorable à la protection contre les surtensions d'origine climatique, doit être assurée en complément des parafoudres ;
- un câblage adapté à la puissance installée doit être prévu. Il est préconisé par la Commission centrale de sécurité (avis du 14 décembre 2009) de prévoir les passages de câbles par l'extérieur du bâtiment jusqu'à l'onduleur ;
- un couloir de ventilation en sous-face des modules est un élément de prévention des surchauffes électriques au niveau des câblages, des connecteurs et des modules. Toutefois, des closoirs sont à prévoir afin de se prémunir des agressions des câbles par les rongeurs ;
- l'entretien régulier par un personnel qualifié doit être organisé selon les préconisations du guide UTE C15-712-1. Des dispositions particulières doivent donc être prises à la conception pour faciliter l'intervention ultérieure des équipes de maintenance ;
- lors de la conception, il faut veiller à éviter les ombrages persistant sur l'installation, sous peine de générer des points chauds dans les modules ;
- d'autres risques d'atteinte à la continuité électrique peuvent survenir si les intervenants marchent sur les modules, ou si la planéité du support n'est pas assurée.

En effet, les cellules photovoltaïques sont épaisses d'environ 150 µm (silicium cristallin). Toute contrainte mécanique sur le module peut provoquer des fissures qui génèrent par la suite des points chauds dans les cellules et des surintensités.

2.5 Exercice 9

Citez les risques qu'on peut avoir pendant l'installation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.6 Résumé

Dans ce chapitre on a entamé la réalisation d'une installation des panneaux solaires photovoltaïques, en donnant des notions sur la mise en œuvre des boites de jonction, et le coffret courant continu et ses sections et la façon de câblage en respectant les moyens de protections et les dispositifs de sécurité.

2.7 Exercice de synthèse2

Spécialité : installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques

Module : installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques

Durée : 3heures

But : Réaliser une installation des panneaux solaires photovoltaïque.

Matériel requis :

Un kit photovoltaïque complet
Documentation techniques

Mise en situation :

On doit réaliser la partie courant continu avec un câblage complet entre les panneaux ,le régulateur et la boite de jonction.

Marche à suivre :

Suivre le schéma de l'installation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 3 Le Réglage et l'ajustement des éléments de l'installation

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

3.1 Techniques d'étiquetage, repérage et identification des circuits

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenance, contrôleurs, exploitants du réseau public de distribution, services de secours,…), il est impératif de signaler la présence d'une installation photovoltaïque sur un bâtiment.

3.1.1 Différentes Techniques d'étiquetage, repérage et identification des circuits

Les étiquettes utilisées doivent être adaptés pour résister aux UV et avoir des dimensions convenables.

- **Etiquetage sur la partie AC**

Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de concession (Disjoncteur de branchement).

Figure 20 : coupure réseau de distribution et photovoltaïque



Source : Signaletique.biz

- **Etiquetage sur la partie DC**

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

-Étiquette portant la mention « Attention, câbles courant continu sous tension » :

- sur la face avant des boites de jonction
- sur la face avant des coffrets DC
- sur les extrémités des canalisations DC. à minima

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Figure 21 : câbles courant continu sous tension



Source : Signaletique.biz

- Étiquette portant la mention « Ne pas manœuvrer en charge »
  - à l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets D.C.
  - A proximité des sectionneurs-fusibles, parafoudres débrochable …

Figure 22 : Ne pas manœuvrer en charge



Source : Signaletique.biz

- **Etiquetage sur l'onduleur**

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

Figure 23 : Risque de présence de deux sources de tension



Source : Signaletique.biz

Figure 24 : Isoler les sources avant intervention



Source : Signaletique.biz

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.1.2 exercice10

- Reliez chaque étiquette avec la signification qui correspond.



Ne pas manœuvrer en charge



Câble courant continu en charge



Risque de présence de deux sources de tension

3.2 Techniques de vérification de la conformité

Les normes sont des publications qui définissent les pratiques, les exigences techniques et la terminologie adoptée pour des produits, des services et des systèmes. Elles permettent d'améliorer la qualité, la sécurité et l'efficacité des méthodes et des produits. Les normes prennent une importance grandissante dans le domaine du photovoltaïque (PV) dû à la croissance rapide de la production.

3.2.1 Les différentes techniques de vérification de la conformité

Le Comité international de normalisation a évalué les performances de nouvelles technologies PV faisant appel à des matériaux nouveaux.
Ces activités ont permis d'élaborer ou de mettre à jour 11 normes CEI sur les modules PV :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

IEC 61646 Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation
IEC 61701 Essai de corrosion au brouillard salin des modules photovoltaïques
IEC 61853-1 Mesures de performance en fonction de l'éclairement et de la température, et caractéristiques de puissance
IEC 61853-2 Mesures de réponse spectrale, d'angle d'incidence et de température de fonctionnement des modules
IEC 62108 Modules et ensembles photovoltaïques à concentration – Qualification de la conception et homologation
IEC 60891 Procédures pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement
IEC 60904-3 Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques
IEC 60904-4 Cellules solaires de référence – Procédures pour établir la traçabilité de l'étalonnage
IEC 60904-7 Calcul de l'erreur de discordance des réponses spectrales
IEC 60904-9 Exigences pour le fonctionnement des simulateurs solaires
IEC 60904-10 Méthodes de mesure de la linéarité

3.2.2 Exercice 11

Citez au moins 3 normes des conformités.

3.3 Résumé

Dans ce chapitre on a entamé les techniques d'étiquetage, repérage pour identifier les circuits de l'installation, ensuite la vérification de la conformité afin d'éviter les problèmes pour une bonne installation des ^panneaux solaires photovoltaïques.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.4 Exercice de synthèse3

Spécialité : installation et maintenance des systèmes solaires photovoltaïques et thermiques.

Module : installation et entretien des panneaux photovoltaïques

Durée : 3heures

But : Repérer les équipements de l'installation, et les étiqueter et vérifier la conformité.

Matériel requis :

Un kit photovoltaïque complet
Documentation techniques

Mise en situation :

Nous avons une installation photovoltaïque et on veut réaliser l'étiquetage sur les équipements nécessaires de l'installation.

Marche à suivre :

-Vérifier la conformité des équipements.
- Repérer les équipements de l'installation.
- faire l'étiquetage sur l'ensemble de l'installation.

Résumé générale

Durant ce manuel de l'installation et l'entretien des panneaux solaire photovoltaïque nous avons bien entamé les trois chapitres qui ont pour but de fournir les savoirs et les savoirs faire pour maitriser les opérations d'installation de câblage et de réglage et ajustement des équipements nécessaires.

Pour ce faire il est nécessaire de connaitre :

- les constituants d'une installation photovoltaïque.
- Bien connaitre le câblage pour mener une installation correcte.

- Et surtout bien connaitre l'ajustement des équipements en vérifiant leurs conformité afin d'éviter tous problèmes pendant la réalisation de l'installation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Activité de synthèse

Spécialité : Installation des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques
Module : installation et entretien des panneaux solaires photovoltaïques
Durée : 06 heures
But :
Installation des panneaux photovoltaïques avec l'ajustement et la vérification de la conformité des équipements de l'installation.

Matériel requis :
-Site d'intervention
-Moyens humains
-Moyens de communication
-Outillages et matériels adaptés
-Instruments de mesure et de contrôle
-Équipements de protection
-Matière d'œuvre.
Outils
-Cahier d'entretien
-Dossier d'exploitation
-Plan particulier de sécurité
-Plan de protection de la sante et de l'environnement
-Catalogues et documentations des produits
-Notices d'essai
-Notices de réglage
Mise en situation :

Nous avons un client qui veut installer des panneaux photovoltaïques afin d'avoir de l'électricité pour alimenter sa pompes d'eau.

Démarche à suivre :

-Choisir l'équipement nécessaire
-préparer le chantier
- réaliser l'installation

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Bibliographie

- https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000144659?fbclid=IwAR2WnV8OJT0LAdfYxWWJzZ0v1kv6xlYCnoIpLHbsgNTscp-LIsSxl_H4pYM
- http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/170110_guide_exploitation_pv_hespul_crpv_v1_.pdf?fbclid=IwAR1pQmdxdCpmQD3-Glk4UWg0sNklrw1JYJJwOtPT7cH9LEcoQ05UGj1kk70
- https://conseil.manomano.fr/comment-installer-un-panneau-solaire-2864?fbclid=IwAR1djd34RxhhtphdD2ZVOcp7OA3C7myAcEyOBtYkUbBjKVY5ZkXSelZwIxA
- http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF%20ENERGIE%201%20module%20complet%20Fr?fbclid=IwAR2S4naVYmSxwJuYuOT2tZYiPIX6rWH_3zEORbwtIElCK3yGnTiU_EySTuQ
- https://www.solaris-store.com/telechargement/fiche/fiche_CE2009267.pdf?fbclid=IwAR1by-5E9fqi9KoBRJV6RdXzbbUo15ZHa9Q8M9Xhi6lfAzRpnUjV01CYyHs
- https://www.solaris-store.com/764-onduleur-victron-phoenix-24-5000.html?fbclid=IwAR2slTVNAb18-H52VjnoCKcLmejBOEmzfKZ55kmblUztSEwRAdV5LnLb9o8
- https://www.solaris-store.com/content/45-principe-de-fonctionnement-d-un-onduleur-solaire?fbclid=IwAR1pQmdxdCpmQD3-Glk4UWg0sNklrw1JYJJwOtPT7cH9LEcoQ05UGj1kk70
- https://www.solaris-store.com/content/58-installer-un-onduleur-solaire?fbclid=IwAR3M1woj9aScy9PcVzns5dTKgKbdGl08Xmj3aYh4_JFrYZYUrv13G4zuAEA
- https://www.myshopenergy.fr/regulateur-de-charge-solaire-mppt-150-85-12-24-36-48v-victron-energy-_r_201_i_548.html?fbclid=IwAR2viATcYkwaFeh1u3uqLXqAY67XbCMZIReI8H9yUv5jQ8Ou7RPd1hzs-g4#caracteristique
- https://www.myshop-solaire.com/batterie-solaire-lithium-_r_575_va_1.html?fbclid=IwAR2S4naVYmSxwJuYuOT2tZYiPIX6rWH_3zEORbwtIElCK3yGnTiU_EySTuQ
- https://www.myshopenergy.fr/regulateur-de-charge-solaire-mppt-150-85-12-24-36-48v-victron-energy-_r_201_i_548.html?fbclid=IwAR1djd34RxhhtphdD2ZVOcp7OA3C7myAcEyOBtYkUbBjKVY5ZkXSelZwIxA

https://www.ecosolaire.com/2017/10/09/regulateur-solaire/?fbclid=IwAR3Wyyl_NIUlIPEV7Pk-ZH75ljimoSIGFR3DtUZpJkvKd9l9XknthFcfTX0

http://ressources.aunege.fr/nuxeo/site/esupversions/aa593e32-1ae0-4742-8f66-641ad89fd959/res/pdf.pdf

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر