



# INSTITUT DE FORMATION TECHNIQUE SUPERIEURE **IFTS**

Institution privée agréée par l'Etat (Arrêté N° 01/007/METFPA/CAB/SG/CPO)  
Reconnaissance et Equivalence délivrées par le CAMES

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
TECHNIQUE DE LA FORMATION  
PROFESSIONNELLE

REPUBLIQUE TOGOLAISE  
TRAVAIL - LIBERTÉ - PATRIE

## THEME :

### INSTALLATION ET MAINTENANCE DU SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

Présente par :

KPOMEGBE Kodjo carlos

Charger du cours :

Dr APALOO BARA

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>4</b>
<b>I. CHAPITRE 1.....</b>	<b>5</b>
<b>FONDEMENTS DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. L'Énergie Solaire.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. L'Effet Photovoltaïque.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Technologies des Cellules Photovoltaïques.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Composants d'un Système Photovoltaïque.....</b>	<b>7</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>7</b>
<b>II. CHAPITRE 2 .....</b>	<b>9</b>
<b>DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Bilan de Puissance et Estimation de la Consommation.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Calcul du Nombre de Panneaux Photovoltaïques.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Sélection de la Capacité des Batteries.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Choix du Régulateur et de l'Onduleur.....</b>	<b>12</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>12</b>
<b>III. CHAPITRE 3 .....</b>	<b>14</b>
<b>ÉTUDE DE CAS PRATIQUE - DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE RESIDENTIEL.....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>15</b>

---

<b>3.1. Présentation du Site de l'Installation.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Simulation de l'Installation Photovoltaïque.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Analyse Économique.....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>16</b>

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'énergie est au cœur des enjeux mondiaux contemporains. Avec l'augmentation rapide de la population mondiale et la demande énergétique qui en découle, il devient impératif de rechercher des solutions durables et renouvelables pour répondre aux besoins énergétiques de demain. Parmi les sources d'énergie renouvelable les plus prometteuses, l'énergie solaire occupe une place de choix. Son potentiel est immense, étant donné que la Terre reçoit chaque jour une quantité d'énergie équivalente à plusieurs milliers de fois la consommation énergétique mondiale. L'énergie solaire, captée sous forme thermique ou photovoltaïque, constitue une alternative viable et de plus en plus utilisée face aux défis environnementaux et économiques.

Parmi les différentes technologies permettant d'exploiter l'énergie solaire, les systèmes photovoltaïques se distinguent par leur capacité à transformer directement la lumière du soleil en électricité grâce à l'effet photovoltaïque. Ces systèmes présentent des avantages notables, notamment leur faible empreinte écologique, leur installation modulable, et la possibilité d'être installés à des échelles variées, de la petite maison individuelle aux grandes centrales solaires. Toutefois, malgré ces atouts, leur mise en œuvre et leur maintenance nécessitent des connaissances techniques et une planification minutieuse pour garantir une performance optimale sur le long terme.

Ce mémoire se propose d'examiner de manière détaillée l'installation et la maintenance d'un système photovoltaïque. Nous aborderons dans un premier temps les fondements théoriques de l'énergie photovoltaïque, en expliquant son fonctionnement et les technologies qui la sous-tendent. Ensuite, nous étudierons le dimensionnement d'un système photovoltaïque adapté aux besoins résidentiels, en tenant compte des spécificités locales comme l'ensoleillement, ainsi que des aspects techniques nécessaires à une installation optimale. Enfin, une étude de cas pratique permettra d'illustrer concrètement l'application de ces concepts dans une installation résidentielle, en prenant en compte des paramètres économiques et techniques, ainsi que l'impact environnemental.

À travers ce travail, nous chercherons à mettre en lumière les avantages et les défis de l'énergie photovoltaïque, tout en offrant une vision claire de son potentiel pour contribuer à la transition énergétique mondiale.

## **CHAPITRE 1 : FONDEMENTS DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE**

## INTRODUCTION

Ce chapitre pose les bases théoriques et technologiques nécessaires pour comprendre le fonctionnement et l'importance des systèmes photovoltaïques. L'énergie solaire est l'un des plus grands atouts pour répondre aux enjeux énergétiques mondiaux.

### 1.1. L'Énergie Solaire

#### Origine et potentiel énergétique du soleil

Le soleil est une source inépuisable d'énergie qui émet une quantité d'énergie estimée à 174 pétawatts, soit environ 10 000 fois les besoins énergétiques mondiaux. L'énergie solaire représente donc un potentiel immense, mais son exploitation dépend de facteurs tels que l'ensoleillement, la latitude, et l'orientation des installations.

#### Utilisation de l'énergie solaire dans la production d'électricité

L'énergie solaire peut être captée et transformée en électricité grâce aux technologies photovoltaïques. Contrairement à l'énergie thermique, qui capte la chaleur, les panneaux photovoltaïques convertissent directement l'énergie lumineuse en électricité grâce à l'effet photovoltaïque.

### 1.2. L'Effet Photovoltaïque

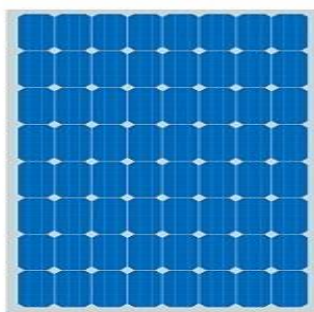
#### Principe de fonctionnement des cellules photovoltaïques

Les cellules photovoltaïques utilisent l'effet photovoltaïque pour convertir la lumière en électricité. Lorsqu'elles sont exposées à la lumière, les photons génèrent des électrons qui créent un courant électrique. Ce processus se produit grâce à un semi-conducteur, généralement du silicium.

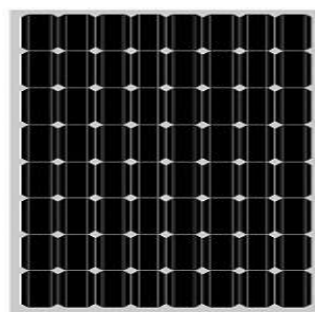
#### La conversion de l'énergie lumineuse en énergie électrique

Le silicium est utilisé dans la majorité des cellules photovoltaïques. Lorsqu'il est exposé à la lumière, il libère des électrons, créant ainsi un flux d'électricité continu. Ce courant continu est ensuite converti en courant alternatif via un onduleur, pour une utilisation domestique ou industrielle.

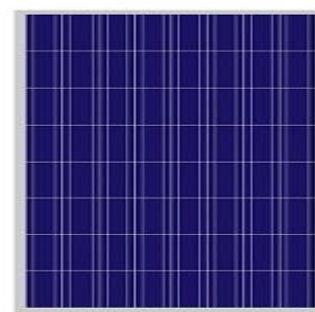
### 1.3. Technologies des Cellules Photovoltaïques



Polycrystalline  
SOLAR PANEL



Monocrystalline  
SOLAR PANEL



Polycrystalline  
SOLAR PANEL

**Cellules monocristallines : haute efficacité et performance**

Les cellules monocristallines sont fabriquées à partir d'un seul cristal de silicium, offrant une performance élevée et une longue durée de vie, mais à un coût plus élevé.

**Cellules polycristallines : rapport qualité-prix intéressant**

Ces cellules sont fabriquées à partir de plusieurs cristaux de silicium fondus ensemble, offrant une efficacité légèrement inférieure mais à un coût réduit.

**Cellules amorphes : flexibilité et faible coût**

Les cellules amorphes utilisent une couche de silicium non cristallin, ce qui permet une plus grande flexibilité dans leur installation, mais elles sont moins efficaces que les cellules cristallines.

**1.4. Composants d'un Système Photovoltaïque****Modules photovoltaïques (panneaux solaires)**

Les modules photovoltaïques sont constitués de plusieurs cellules reliées entre elles. Ils sont installés sur des toits ou des structures dédiées pour capturer l'énergie solaire.

**Régulateurs de charge, batteries de stockage et onduleurs**

Les régulateurs de charge gèrent le flux d'énergie entre le panneau solaire, la batterie et le consommateur. Les batteries de stockage permettent de conserver l'énergie excédentaire, et les onduleurs convertissent l'énergie produite en courant alternatif.

**Infrastructure de montage et câblage**

Un système photovoltaïque nécessite une structure de montage solide, des câbles adaptés et des dispositifs de protection pour assurer une installation sécurisée et fonctionnelle.

**CONCLUSION**

Ce premier chapitre a permis de poser les bases fondamentales pour une meilleure compréhension de l'énergie photovoltaïque, une technologie clé dans la transition vers des systèmes énergétiques durables. L'énergie solaire, grâce à son potentiel quasi-inépuisable, s'impose comme une réponse incontournable aux défis énergétiques mondiaux. Le soleil, source inépuisable d'énergie, offre une

capacité de production largement supérieure aux besoins humains, mais son exploitation dépend de conditions climatiques et géographiques spécifiques.

Le principe de l'effet photovoltaïque, fondamental pour la production d'électricité, repose sur l'interaction de la lumière avec des matériaux semi-conducteurs comme le silicium. Ce phénomène, qui transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique, est au cœur de la technologie photovoltaïque, offrant une alternative aux sources d'énergie conventionnelles.

Les différentes technologies de cellules photovoltaïques — monocristallines, polycristallines et amorphes — présentent des avantages spécifiques, allant de la performance à l'efficacité énergétique, tout en tenant compte des coûts d'installation. Chaque type de cellule est donc conçu pour répondre à des besoins différents en fonction des contraintes économiques, de l'espace et des conditions d'ensoleillement.

En outre, un système photovoltaïque comprend plusieurs composants essentiels, notamment les panneaux solaires, les régulateurs de charge, les batteries de stockage et les onduleurs. Ces éléments travaillent ensemble pour capter, stocker et convertir l'énergie solaire en électricité, assurant ainsi une alimentation continue et fiable, même en l'absence de lumière solaire directe.

Ce chapitre a non seulement mis en lumière le potentiel de l'énergie solaire, mais a également souligné l'importance d'une technologie bien conçue et d'une installation optimale pour maximiser son efficacité. L'adoption des systèmes photovoltaïques représente une avancée majeure vers un avenir énergétique plus durable et autonome.



**CHAPITRE 2 : DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME  
PHOTOVOLTAÏQUE**

### INTRODUCTION

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est essentiel pour garantir qu'il produit suffisamment d'énergie pour couvrir les besoins électriques d'un utilisateur. Ce processus implique de nombreux calculs et évaluations.

#### 2.1. Bilan de Puissance et Estimation de la Consommation

Quantité	charge	CC/CA	Puissance (w)	Total P (w)	Total I (A)	h/jour	Ah /jour	Consommation EcWh/jour
15	Lampes LED	CC	15W	225W	18,75A	6	112,5	1350
1	Mixeur	CA	300W	300W	1,30A	0,25	0,325	75
1	Téléviseur LED	CA	60W	60W	0,26A	3	0,78	180
2	Fer a repassé	CA	1000W	2000W	8,70A	1	8,70	2000
2	Congélateur	CA	150W	300W	1,30A	24	31,20	7200
3	Ventilateur	CA	70W	210W	0,91A	5	4,55	1050
2	PC Portable	CA	100W	200W	0,87	4	3,48	800
8	Téléphone portable	CC	5W	40W	8	2	16	80
		Total		3335W	39,39		177,63	12735

#### Résultats Totaux :

- **Puissance totale des appareils** : 3 335 W.
- **Courant total** : 39,39 A.
- **Consommation totale** : 12 735 Wh/jour (soit 12,7 kWh/jour).

### Données pour les calculs du système

	Valeur	Variable
Tension nominale du module	12 Vcc	Um
Courant moyenne du module	3,92	Im
Consommation totale de l'installation	12735Wh	E
Perte du système	15 %	e 1
% profondeur de décharge de la batterie	70 %	DDQ
Jours d'autonomie de la batterie	3	a
% énergie photovoltaïque	100 %	E%
% marge additionnelle des modules	0 %	m1
% marges additionnelle des batteries	0 %	m2

### 2.2. Calcul du Nombre de Panneaux Photovoltaïques

#### Prise en compte de l'ensoleillement local

Le rendement d'un système photovoltaïque dépend directement de l'ensoleillement. Ce paramètre varie selon la géographie, l'orientation des panneaux, et la période de l'année.

#### Rendement des panneaux et besoins énergétiques

L'efficacité des panneaux photovoltaïques influencera directement le nombre de panneaux nécessaires pour produire l'énergie requise.

Calcule du nombre des modules photovoltaïques ( $N_m$ ) :

$$N_m = \frac{Ec \times 1,15}{P_{module} \times Im \times Um}$$

$$N_m = \frac{12735 \times 1,15}{4,2 \times 3,92 \times 12}$$

$$N_m = 74,12$$

D'environ **3 modules photovoltaïques de 70 KWc.**

### 2.3. Sélection de la Capacité des Batteries

#### Calcul de la capacité de stockage pour garantir une autonomie optimale

La capacité des batteries dépend du nombre d'heures d'autonomie souhaité et de la

consommation énergétique. Il est essentiel de prévoir une capacité suffisante pour les périodes de faible ensoleillement.

**Calcule de la capacité de la batterie ( $C_1$ ) :**

$$C_1 = \frac{Ec \times 1 \times a}{0,7 \times 12}$$

$$C_1 = \frac{12735 \times 1 \times 3}{0,7 \times 12}$$

$$C_1 = 4542.86Ah$$

### 2.4. Choix du Régulateur et de l'Onduleur

#### **Dimensionnement du régulateur pour la gestion des flux d'énergie**

Le régulateur de charge est dimensionné en fonction de la puissance maximale générée par les panneaux et la capacité de la batterie.

#### **Sélection de l'onduleur pour la conversion de courant continu en courant alternatif**

L'onduleur doit être dimensionné pour convertir efficacement la production d'énergie des panneaux en courant alternatif, compatible avec les besoins des appareils électriques.

**Calcule du régulateur:**

$$I_e = Nm \times I_{cc}$$

$$I_e = 5 \times 4,5$$

$$I_e = 22,5A$$

### CONCLUSION

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est une étape clé dans la conception d'une installation efficace et fiable. Ce chapitre a détaillé l'ensemble des calculs nécessaires pour

dimensionner correctement les différents composants d'un système photovoltaïque, en fonction de la consommation d'énergie et des conditions spécifiques d'ensoleillement.

L'évaluation de la consommation des appareils, la détermination de la puissance nécessaire, et l'analyse des besoins en stockage ont permis de fixer les paramètres essentiels pour une alimentation stable. Le calcul du nombre de panneaux photovoltaïques, basé sur la consommation totale et l'ensoleillement local, a montré qu'environ cinq modules de 70Wc sont nécessaires pour répondre aux besoins énergétiques de l'installation. Ce dimensionnement garantit une production d'électricité suffisante pour couvrir la consommation quotidienne de l'ensemble des appareils.

La capacité de stockage des batteries a été estimée à 4542,86 Ah, permettant une autonomie de trois jours, tout en tenant compte de la profondeur de décharge de 70 %. Cette capacité est primordiale pour assurer une alimentation continue même lors de journées avec une faible irradiation solaire.

Enfin, le dimensionnement du régulateur de charge a permis de définir un courant maximal de 22,5A pour gérer efficacement le flux d'énergie entre les panneaux, les batteries et les consommateurs. Le choix de l'onduleur, basé sur la conversion de courant continu en courant alternatif, assure que l'énergie produite est adaptée aux besoins des appareils électriques.

Ainsi, ce chapitre a permis de clarifier les étapes essentielles pour concevoir un système photovoltaïque optimisé, en prenant en compte les paramètres techniques, les besoins énergétiques et les contraintes locales.

## **CHAPITRE 3 : ÉTUDE DE CAS PRATIQUE - DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE RÉSIDENTIEL**

---

## **CHAPITRE 3 : ÉTUDE DE CAS PRATIQUE - DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE RÉSIDENTIEL**

# CHAPITRE 3 : ÉTUDE DE CAS PRATIQUE - DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE RÉSIDENTIEL

---

## INTRODUCTION

Pour comprendre l'application pratique de la théorie, un cas d'étude est présenté. Ce chapitre montre comment les principes de dimensionnement et d'installation sont mis en œuvre dans un cadre résidentiel.

### 3.1. Présentation du Site de l'Installation

#### **Localisation géographique et conditions d'ensoleillement**

La localisation de l'installation est déterminante. Les zones géographiques avec un bon ensoleillement sont idéales pour maximiser la production d'électricité solaire.

#### **Analyse des habitudes de consommation d'énergie de l'habitation**

L'étude des habitudes de consommation permet d'ajuster les besoins énergétiques et de déterminer les configurations optimales du système.

### 3.2. Simulation de l'Installation Photovoltaïque

#### **Utilisation d'un logiciel de simulation (PVsyst) pour optimiser le dimensionnement**

L'utilisation de logiciels de simulation permet de modéliser les performances du système en fonction des données climatiques locales et des besoins énergétiques.

#### **Résultats des simulations et configurations optimales**

Les résultats permettent de déterminer le nombre de panneaux, la capacité des batteries et la puissance de l'onduleur, garantissant ainsi un système efficace.

### 3.3. Analyse Économique

#### **Estimation du coût total de l'installation**

Le coût d'installation comprend le matériel (panneaux, batteries, onduleur), l'installation proprement dite et la maintenance. Ce coût doit être comparé avec les coûts énergétiques d'une installation conventionnelle.

#### **Comparaison avec les coûts d'une installation basée sur l'énergie conventionnelle**

L'analyse comparative permet de voir la rentabilité à long terme d'une installation photovoltaïque par rapport à une source d'énergie conventionnelle.

#### **Temps de retour sur investissement (ROI)**

Le temps de retour sur investissement est un indicateur clé pour évaluer la rentabilité d'un système photovoltaïque. Ce calcul prend en compte le coût initial, les économies réalisées et la durée de vie du système.

## CHAPITRE 3 : ÉTUDE DE CAS PRATIQUE - DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE RÉSIDENTIEL

---

### CONCLUSION

Ce chapitre a illustré l'application pratique des concepts théoriques abordés dans les chapitres précédents, en montrant comment un système photovoltaïque peut être dimensionné et installé dans un cadre résidentiel. La présentation du site, avec sa localisation géographique et ses conditions d'ensoleillement, a permis de démontrer l'importance de ces facteurs dans le rendement d'une installation solaire. Une analyse approfondie des habitudes de consommation de l'habitation a également été réalisée, ce qui a permis d'ajuster les besoins énergétiques et de définir des configurations optimales pour le système.

L'utilisation du logiciel de simulation PVsyst a été un outil précieux pour valider les choix techniques, tels que le nombre de panneaux, la capacité des batteries et la puissance de l'onduleur. Grâce à cette simulation, il a été possible de garantir l'efficacité du système tout en répondant aux exigences spécifiques du site d'installation. Les résultats obtenus ont démontré que les configurations proposées sont non seulement adaptées aux besoins énergétiques de la résidence, mais aussi optimisées pour maximiser la production d'énergie solaire.

L'analyse économique a permis de comparer le coût total de l'installation photovoltaïque à celui d'une installation conventionnelle. Cette comparaison a révélé que, bien que l'investissement initial soit plus élevé, le système photovoltaïque présente des avantages financiers à long terme, avec un temps de retour sur investissement (ROI) favorable. En tenant compte des économies réalisées sur les factures d'électricité et de la durabilité du système, l'installation photovoltaïque s'avère être une solution rentable et écologique.

En conclusion, ce chapitre a montré que le dimensionnement et l'installation d'un système photovoltaïque résidentiel sont des processus qui nécessitent une planification soignée et une analyse approfondie. Grâce aux outils de simulation et à une approche méthodique, il est possible de concevoir des systèmes efficaces, rentables et respectueux de l'environnement.