

وزارة البحث العلمي والتعليم العالي



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

N° d'ordre : M...../GE/2022

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Spécialité : énergies renouvelables en électrotechnique

Présenté par :

Salmi Abed

Lassal Ibrahim

**Étude et dimensionnement d'une installation solaire
pour l'amélioration de l'efficacité
Énergétique du Décanat d'université st de " MOSTAGANEM "**

Soutenu le / / 2022 devant jury composé de

Président:	KOUADRIA	Grade MCB	Université de Mostaganem
Examineur:	SOUAG.S	Grade MCB	Université de Mostaganem
Rapporteur:	GHOMRI.L	Grade MCA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous rendons ma profonde gratitude à dieu qui m'a aidé à réaliser ce modeste travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre superviseure,
Mme : L.Ghomri.

Nous remercions également le jury d'avoir bien voulu apprécier notre travail.

Nous remercions tous nos professeurs tout au long de notre formation et tout le personnel administratif de l'université,

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

DÉDICACES

*À toute d'abord je remercie Allah qui m'a donné du courage
Atteindre la fin du projet.*

Je dédie ce travail à :

-Mes chers (grand-père et grand-mère)

Tous ceux qui m'ont soutenu dans la vie de ma mère

Celui qui a fait mon enfance de ses deux mains nobles, après

Allah Tout-Puissant, mon père

*Tous ceux qui ont partagé mon enfance avec moi et m'ont aimé
honnêtement et sincèrement et ont coopéré avec moi pour
terminer mes études. Voici mes frères et sœurs*

Toute ma famille

Mon professeur : mimouni Mohamed. (Ben Randan)

Tous mes amis surtout le bloc 16 et F

À mon binôme Salmi Abed

Ainsi que mes professeurs qui mon beaucoup aidé

Les enseignants de l'université Je vous dis merci et pour tous

Qui mon aidés de loin ou de près pour la réalisation de ce projet.

Enfin

*À toute la promotion énergies renouvelables en
électrotechnique 2021-2022*

Ibrahim

DÉDICACES

Je dédie cet humble travail à ma mère, fruit de vos nombreuses années de sacrifice, vous avez toujours investi et veillé à ma réussite dans les études ainsi qu'à mon bonheur, je vous exprime plus que jamais ma plus profonde gratitude,

À mon père, je te remercie pour ton soutien durant toutes ces années scolaires pour m'avoir encouragé.

À mes frères et sœurs

À tous mes amis

A mon binôme lassal Ibrahim

*Ainsi que mes professeurs qui m'ont beaucoup aidé
Les enseignants de l'université Je vous dis merci et pour
tous*

*Qui m'ont aidés de loin ou de près pour la réalisation de
ce projet.*

Enfin

*À toute la promotion énergies renouvelables en
électrotechnique 2021-2022*

Abed

Résumé

Ce travail porte sur l'étude et la détermination du dimensionnement du système photovoltaïque pour alimenter le Décanat de la Faculté des Sciences et Techniques de Mostaganem en énergie solaire

Nous avons donc effectué des calculs de mise à l'échelle pour ses différents appareils composants et d'autre part une simulation Matlab Simulink a été réalisée

Logiciel **PV Système** pour déterminer le nombre de composants différents.

Enfin, nous travaillons à matérialiser le système d'énergie solaire sur le bâtiment du Décanat du Collège

Mots clés : Énergie solaire, Système solaire, PV SYSTEME,

ملخص

يركز هذا العمل على دراسة وتحديد حجم النظام الكهروضوئي لتزويد عمادة كلية العلوم والتكنولوجيا في مستغانم بالطاقة الشمسية لذلك أجرينا حسابات التحجيم لمختلف الأجهزة المكونة لها ومن ناحية أخرى تم إجراء محاكاة Matlab Simulink برمجيات PV système لتحديد عدد المكونات الكهروضوئية المختلفة وأخيرا نعمل على تجسيد نظام الطاقة الشمسية على مبنى عمادة الكلية

الكلمات المفتاحية: الأنظمة الكهروضوئية، النظام الشمسي، الطاقة الشمسية

Summary

This work focuses on studying and determining the size of the photovoltaic system to supply the Deanship of the Faculty of Science and Technology in Mostaganem with solar energy

Therefore, we performed scaling calculations for its various component devices and on the other hand, Matlab Simulink simulation done

System PV software to determine the number of different components.

Finally, we are working to embody the solar energy system on the building of the Deanship of the College

Key words: Solar energy, solar system, PV system,

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction générale.11

CHAPITRE I : Généralités sur l'économie d'énergie et l'efficacité énergétique		
		Page
I.1.1	Introduction	12
I.1.2	Définition	12
I.1.3	Classification	12
I.1.4	L'efficacité énergétique et écologie	14
I.1.5	Les solutions de l'efficacité énergétique	14
I.1.6	L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables	14
I.1.7	Efficacité énergétique en Algérie	14
I.1.7	La consommation énergétique en Algérie	14
I.1.7.2	Évaluation des énergies renouvelables en Algérie	15
I.1.7.3	Le contexte général	15
I.2	Généralité sur l'énergie solaire	16
I.2.1	Définition	16
I.2.2	Énergie Solaire	16
I.2.3	Rayonnement solaire	17
I.2.4	Les problèmes de l'énergie solaire	17
I.2.4.1	Les avantages et les inconvénients	18
I.2.5	Potentiel solaire en Algérie	18
I.2.6	Énergies solaire photovoltaïque	19
I.2.6.	Historique	19
I.2.6.2	Définition et catégories	19
I.2.6.3	Fonctionnement des cellules photovoltaïques.	20
I.2.6.4	Avantages, inconvénients et limites	20
I.2.6.5	Les différentes installations photovoltaïques	22
I.2.6.5.1	Les installations sur site isolé	22
I.2.6.5.2	Les installations raccordées au réseau de distribution public	22
I.2.7	Le stockage de l'énergie solaire	23
I.2.7.1	Stockage d'énergie et autoconsommation	23
I.2.7.2	Les deux principales caractéristiques des batteries	24
I.3	Conclusion	24
Chapitre II : audit énergétique		
II.1	Introduction	25
II.2	Définition	25
II.3	Différents Types D'audit énergétique	26
II.4	Objectifs De L'audit	26
II.4.1	Contexte De L'étude Et Objectifs Poursuivis	26
II.4.2	Contenu Du Rapport	26

II.5	Présentation Des Bâtiments	27
II.5.1	Localisation, Masques Et Données Météorologiques	27
II.6	Procédure Générale Pour Un Audit énergétique Détaillé	28
II.7	Les Logiciels Pour Réaliser Des Audits Énergétiques	30
II.8	Outils De La Simulation énergétique	31
II.9	La politique Algérienne concernant l'efficacité énergétique	32
II.9.1	Introduction	31
II.9.2	Consommation énergétique finale de l'Algérie	31
II.9.2.1	Consommation par secteurs et par formes	31
II.9.2.2	Quelques données utiles	32
II.9.3	Pourquoi développer une politique d'efficacité énergétique La construction résidentielle en Algérie est-elle bénéfique ?	32
II.9.4	Pour qui une politique d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment résidentiel présentait un intérêt ?	33
II.9	Conclusion	33
Chapitre III : Dimensionnement du système photovoltaïque		
III.1	Introduction	34
III.2	Les besoins en énergie électrique	34
III.3	Procédure de calcul	34
III.4	Application	41
III.4.1	Consommation énergétique	41
III.4.2	Géographie et géomorphologie de Mostaganem	41
III.4.2.1	Géographie régionale	41
III.4.2.2	Localisation du site	42
III.4.3	Données météorologiques	42
III.4.4	Coefficient de perte	43
III.4.5	Dimensionnement du générateur photovoltaïque	43
III.4.6	Dimensionnement et calcul du nombre de batterie	45
III.4.6.1	Calcul de la capacité de batterie	46
III.4.7	Dimensionnement du régulateur et de l'onduleur	47
III.4.7.1	Régulateur	47
III.4.7.2	L'onduleur	47
III.4.8	Branchement des panneaux et batteries sur le régulateur	48
III.4.9	Calcul de la section des câbles	59
III.4.10	Conclusion.	50
Chapitre IV Simulation Pvsyst et Matlab		
IV.1.	PV system	51
IV.1.1	Introduction	51
IV.1.2.	Fonctionnalités Générales, Systèmes Couplés Au Réseau	52
IV.1.2.1	Projet Isolé PV Avec Batterie Au Décanat De St Mostaganem	52
IV.1.2.2	Conception Du Système / Dimensions	53
IV.1.2.3	Dimensionnement De Système : Outil Visuel	54
IV.1.2.4	Site D'implantation	56
IV.1.2.4.1	Données Géographique	56
IV.1.2.4.2	Données Météorologiques	56
IV.2	Simulation MATLAB	66

IV.2.1.	Introduction	66
IV.2.2.	Étude du panneau	66
IV.2.3.	Model du panneau	66
IV.2.4	Simulation d'un panneau	67
IV.2.7	Les Hacheurs	67
IV.2.7.1	Type des hacheurs	68
IV.2.7.2	Étude de convertisseur DC-DC	68
IV.2.7.3	Hacheur boost	68
IV.2.5.	Schéma de simulation	70
IV.2.5.1	Résultat de simulation	71
IV.2.6.	Influence des différents paramètres	71
IV.2.6.1	Influence de l'éclairage	71
IV.2.6.2	Influence de la température	72
IV.2.8	Simulation d'un hacheur	74
IV.2.9	Conclusion	75
V:	Recommandation	76
VI:	Cahier des charges	77
	Annexe	78

Conclusion générale.79

Liste des Figures

Chapitre I :	
Figure I.1 : Répartition Des Énergies Renouvelables En Algérie	15
Figure I.2 : Les Deux Moyens De Convertir D'énergie Solaire	16
Figure I.3 : Les Rayonnements Solaires Terrestres Reçus Sur Une Installation Donnée	17
Figure I.4 : Les Avantages Et Les Inconvénients De L'énergie Solaire	18
Figure I.5 : Potentiel Solaire En Algérie	18
Figure I.6 : Évolution Du Coût De L'énergie Solaire Photovoltaïque	19
Figure I.7 : Principe De Fonctionnement Des Panneaux	20
Figure I.8 : Installation Sur Site Isolé	22
Figure I.9 : L'injection D'énergie Dans Les Réseaux	23
Chapitre II :	
Figure II.1 : Audit Énergétique.	26
Figure II.2 : Localisation	27
Figure II.3 : Températures Et Ensoleillement Du Site	28
Figure II.4 : Photographie Aérienne De Chantier.	28
Figure II.5 : Paramètres Intervenants Dans L'étude D'efficacité énergétique.	31
Chapitre III :	
Figure III.1 : Définition des angles pour un plan incliné : inclinaison β , azimut χ et l'angle d'incidence θ	34
Figure III.2 : Aperçu d'une batterie solaire	37
Figure III.3 : Régulateur de charge	37
Figure III.4 : Décanat de faculté science et technologie Mostaganem	39
Figure III.4 : Localisation de la wilaya de Mostaganem	40
Figure III.5 : Courbe des moyennes mensuelles d'insolation pour la wilaya de Mostaganem	41
Figure III.6 : Caractéristiques techniques du panneau photovoltaïque à utiliser dans les deux installations	43
Figure III.7 : Branchement des éléments entre eux	47
Chapitre IV	
Figure IV.1.1 : Détermination des coordonnées et des caractéristiques géographiques « décanat de faculté st Mostaganem »	50
Figure IV.1.2 : Configuration du système dans pvsyst.	53

Figure IV.1.3 : Localisation de la ville de Mostaganem (heure solaire et température du vent).	54
Figure IV.1.4 Schéma simplifié d'une centrale PV raccordée à la batterie (pvsyst)	54
Figure IV.1.5. Trajectoire du soleil à AHMED ZAHANA MOSTAGANEM.	56
Figure IV.1.6. Positionnement des systèmes de panneaux PV.	57
Figure IV.1.7 Énergie utile produite par la centrale PV (à la centrale de l'onduleur).300kw	60
Figure IV.1.8 Diagramme journalier d'entrée/sortie du système PV	63
Figure IV.1.9 Distribution annuelle de l'irradiation incidente.	63
Figure IV.1.10 Énergie incidente de référence sur le plan des panneaux	63
Figure IV.1.11 Distribution annuelle de la puissance en sortie du champ PV	64
Figure IV.1.12 Diagramme journalier d'entrée/sortie du système PV	64
Figure IV.1.13 Distribution de l'état de charge	64
Figure IV.2.1 Modèle équivalent de la cellule photovoltaïque idéale	66
Figure IV.2.2 Schéma de montage pour la simulation d'un GPV	67
Figure IV.2.3 Ensoleillement Direct, Diffus et Global à l'August MOSTAGANEM	68
Figure IV.2.4 Caractéristique $I=f(v)$ et $P=f(v)$	68
Figure IV.2.5 Caractéristique $I=f(v)$ et $P=f(v)$	69
Figure IV.2.6 Puissance du générateur photovoltaïque W/m ² .	70
Figure IV.2.7 Caractéristique V-PV et I-PV	70
Figure IV.2.8 Caractéristique P et Q	71
Figure IV.2.9 Symbole d'un convertisseur DC-DC.	71
Figure IV.2.10 Schéma électrique d'un hacheur boost	72
Figure IV.2.11 Chronogrammes de courant et tension d'un hacheur boost.	73
Figure IV.2.12 Simulation d'un panneau avec un hacheur boost	74
Figure IV.2.13 La puissance de module photovoltaïque	74
Figure IV.2.14 Caractéristique $V=f(t)$ du générateur photovoltaïque	74

Liste des tableaux

Chapitre I	
Tableau I.1 : Classification de l'efficacité énergétique	13
Chapitre II	
Tableau II.1 : Les Objectifs D'audit Énergétique	27
Tableau II.2 : Résumé De l'audit énergétique Des Bâtiments Résidentiels Et Tertiaire	29
Chapitre III	
Tableau III.1 : tension du champ en fonction de sa puissance crête	35
Tableau III.2 : différents appareils de consommation	39
Tableau III.3 : les besoins du système PV dans les temps	42
Tableau III.4 : les résultats des calculs	44
Chapitre IV	
Tableau IV.1.1 : Estimation de consommation	52
Tableau IV.1.2 : Tableau des données géographique du site D'AHMED ZAHANA Mostaganem	55
Tableau IV.1.3 : Données météorologiques	55
Tableau IV.1.4 : Paramètres de simulation d'une centrale PV (technologie silicium monocristallin)	59
Tableau IV.1.5 : Bilans et résultants principaux du site de MOSTAGANEM	61
Tableau IV.1.6 : Diagramme des pertes	62
Tableau IV.2.1 : Paramètres de module de Soltech (1S TH-215-P)	67

Liste des abréviations

ω	Nombre de batteries
Ba :	Besoins annuels
Bh :	Besoins Hebdomadaire
Bj :	Besoin journalière
Bm :	Besoins mensuels
C batterie :	Capacité d'une batterie
Cch :	Capacité du champ de batterie
D :	Décharge maximale admissible
E Avail	Énergie solaire disponible
E Load :	Besoin de l'énergie
E Miss :	Énergie manquante
E User :	Énergie fournie à l'utilisateur
Ec :	Énergie consommée
EUnused :	Énergie inutilisé (batterie pleine)
Glob Eff :	Global <effectif>, corr, pour IAM et ombrage
Glob Hor :	Irradiation globale horizontale
Ir :	Temps moyen d'ensoleillement journalier
k :	Coefficient correcteur, ce coefficient tient compte
L :	La longueur du câble
LS :	Perte de collection (champ PV) SF : Fraction solaire
LS :	Perte système (onduleur)
LU :	Energie inutilisée (batterie pleine) PR : indice de performance
N :	Nombre de jour d'autonomie
Nm :	Nombre total de panneaux photovoltaïques
Ns :	Nombre de panneaux connectés en série
P :	Puissance de fonctionnement de l'appareil
Pch :	Puissance crête de champs photovoltaïque
Pi :	Puissance électrique d'un appareil
R :	La résistance
S :	La section du câble
Solf Rac :	Fraction solaire (Eutile/Ebesoin)
t :	Temps d'utilisation L'énergie est donc le produit de la puissance par le temps
Ti :	Durée d'utilisation de cet appareil
U :	Tension de la batterie
V batterie :	La tension de la batterie
Vch :	Tension total du champ
Vn :	La tension délivrée par un seul panneau photovoltaïque
Yf :	Energie utile produite (sortie onduleur)
ρ :	La résistivité

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Depuis le début de l'ère industrielle, l'homme exploite et transforme des substances issues de combustibles fossiles pour répondre à ses besoins énergétiques.

En conséquence, le monde pense que différentes unités industrielles sont construites différemment les unes des autres, créant de graves problèmes, notamment le changement climatique causé par la dégradation de la couche d'ozone par les gaz à effet de serre. Face à ces dangers, l'humanité est à la recherche d'une source alternative pouvant répondre à ses besoins énergétiques.

C'est ainsi que l'homme a choisi de générer de l'énergie photovoltaïque à partir du rayonnement solaire.

L'énergie photovoltaïque a largement contribué aux nouvelles politiques énergétiques favorables à la lutte contre le changement climatique et à la protection des ressources fossiles. La taille du PV est essentielle à son bon fonctionnement et à la satisfaction des utilisateurs.

Notre travail se divise comme suite :

Le premier chapitre présente un aperçu général sur économie d'énergie et l'efficacité énergétique, La classification de l'efficacité énergétique et énergie solaire et en terminé ce chapitre par le stockage de l'énergie solaire.

Le deuxième chapitre nous parlons audit énergétique des bâtiments tertiaires

Le troisième chapitre, nous nous sommes intéressés au dimensionnement d'installation photovoltaïque au sein du bâtiment du doyen, à savoir les différents éléments constituant le générateur PV (batterie, régulateur, onduleur, hacheur...).

Le dernier chapitre nous avons choisi le logiciel PV system Ensuite, nous représentons les résultats obtenus de l'installation PV et simulation d'une cellule PV et convertisseur DC-DC et DC-AC par MATLAB SIMULINK

Chapitre I: Généralité sur efficacité énergétique et économie d'énergie

I.1. Introduction

La plupart des logements construits aujourd'hui en Algérie sont relativement non isolés, ce qui signifie que ces bâtiments ont de fortes déperditions thermiques et de fait consomment beaucoup plus d'énergie, et l'efficacité énergétique n'est toujours pas appliquée dans la production des bâtiments. De plus, ceux-ci sont chauffés grâce à des énergies fossiles, donc fortement pourvoyeurs de gaz à effet de serre responsable en partie des changements climatiques. L'élévation globale des températures et la forte consommation énergétique nécessitent l'élaboration des concepts à forte efficacité énergétique qui seront appliqués aux bâtiments. L'isolation thermique est complexe et très diversifiée. Selon les matériaux utilisés et les pièces à isoler, l'économie résultant de l'isolation thermique est très variables. Dans un premier temps l'intérêt sera porté sur l'évolution de l'activité énergétique de l'Algérie au cours de ces vingt dernières années. Dans un second temps mettre en évidence l'impact particulier du secteur du bâtiment dans chaque pays sur son bilan énergétique, comparé aux autres secteurs économiques (Transport, Agriculture et industrie).

I.1.2 Définition

L'efficacité énergétique d'un système est le rapport énergétique entre la quantité d'énergie délivrée et la quantité d'énergie absorbée. Moins de perte il y a et meilleure efficacité énergétique, l'efficacité énergétique est ainsi liée à la maximalisation du rendement. L'augmentation de l'efficacité énergétique permet ainsi de réduire les consommations d'énergie, à service rendu égal. En découle la diminution des coûts écologiques, économiques et sociaux liés à la production et à la consommation d'énergie. [1]

Un système caractérisé par une haute efficacité énergétique produit ainsi à moindre coût, et à moindre impact écologique, un confort thermique assuré et accompagné avec des économies d'énergie les plus importantes aussi.

I.1.3 Classification

La classification de l'efficacité énergétique d'un ordre alphabétique, allant de A à G, la classe A étant la plus économique en termes de consommation en eau et d'électricité.

La moyenne nationale du DPE est de 250 kWh/m² par an, soit un classement de catégorie E. Une classe énergie de maison A, B, C et D est donc meilleure que la moyenne, tandis que les classes énergies F ou G correspondent aux catégories les plus énergivores.

Tableau I.1 : Classification énergétique

Classe énergie	Consommation d'énergie primaire (en kWh EP/m ² an)	À quoi ça correspond ?
A	≤ 50	Les logements les plus performants. Difficilement atteignable en rénovation, mais accessible pour la construction neuve (constructions neuves RT 2012, maison passive, label BEPOS).
B	51 à 90	Les logements basse consommation (label BBC inclus dans la RT2005 et préparant la RT 2012). Pour atteindre ce niveau de performance, il faut une isolation thermique renforcée, une étanchéité à l'air et le recours aux énergies renouvelables.
C	91 à 150	Le standard des bâtiments RT 2005 chauffés au gaz. Si vous rénovez un bien classé C, nous vous recommandons un complément d'isolation dans les combles et la pose d'une chaudière à condensation ou encore le passage à une pompe à chaleur.
D	151 à 230	Le standard des bâtiments RT2005 chauffés à l'électricité. Standard des années 1980 et 1990 pour les chauffages à combustibles. Si vous rénovez un bien classé D, nous vous recommandons l'isolation des combles et fenêtres, le remplacement de chaudière, ou encore la pose d'une pompe à chaleur.
E	231 à 330	Les logements avant le premier choc pétrolier (1979) ou des logements anciens chauffés à l'électricité. Si vous rénovez un bien classé E, vous allez avoir des travaux à faire ... mais aussi une éligibilité à toutes les aides de la rénovation énergétique (crédit d'impôt, éco-prêt à taux-zéro, prime énergie, TVA 5,5%, aides de l'Ahan et de l'Ademe, aides locales ...).
F	331 à 450	Les logements anciens généralement construits entre 1948 et 1975. Les économies d'énergie réalisables sont très importantes et le retour sur investissement indéniable.
G	< 450	Une cabane en ruine, avouons-le...

I.1.4 L'efficacité énergétique et écologie

L'efficacité énergétique joue un rôle important du point de vue écologique. Son indication permet de contribuer à la diminution des coûts écologiques liés à l'utilisation d'un lave-linge. En soulignant la consommation (parfois abusive) d'énergie, elle contribue indirectement à la diminution des émissions de gaz à effet de serre car une bonne partie de l'électricité est encore fournie par des énergies fossiles.

I.1.5 Les solutions de l'efficacité énergétique

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » visant à optimiser les flux et les ressources. [2]

I.1.6 L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables sont deux éléments essentiels et complémentaires pour parvenir à un développement durable. La synergie entre l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables peut être exploitée de différentes façons.

- ♣ Prendre des mesures d'économie d'énergie en réduisant la consommation totale d'énergie,
- ♣ Optimiser l'utilisation de systèmes décentralisés basés sur des systèmes distribués.
- ♣ Faites confiance aux énergies renouvelables.
- ♣ Dans les bâtiments, énergies renouvelables et technologies d'économie d'énergie Des ressources renouvelables locales pour refroidir et chauffer l'eau Des mesures d'efficacité énergétique peuvent être utilisées pour optimiser la production d'électricité. [3]

Mais par rapport à l'énergie, la rentabilité des énergies renouvelables est encore très faible Traditionnellement, parce que s'ils sont abondants, il est encore nécessaire de capturer, collecter, Récupérez-les et transportez-les. Le résultat est un investissement élevé, et Le coût est généralement encore plus élevé que celui des combustibles fossiles. Politique publique Par conséquent, le soutien est essentiel. Des outils auxiliaires sont nécessaires pour permettre à L'énergie renouvelable prend son envol.

I.1.7 Efficacité énergétique en Algérie

I.1.7.1 La consommation énergétique en Algérie

La forte demande de consommation d'énergie de l'Algérie est principalement due à L'amélioration du niveau de vie de la population et le confort qui en résulte, et La croissance de l'activité industrielle.

Le bâtiment est un leader dans les domaines à forte intensité énergétique. Selon APRUE (France Promouvoir et rationaliser l'utilisation de l'énergie), sa consommation représente plus 40% de la consommation d'énergie finale. [4]

Les énergies renouvelables sont des formes finales d'énergie (électricité, chaleur ou carburant) obtenues à partir de sources renouvelables d'énergie.

Contrairement aux sources d'énergie classiques, fossile ou nucléaire, les énergies primaires renouvelables sont inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels liés au soleil, au vent, aux flux hydrauliques, à la chaleur naturelle de la terre, etc. Leur consommation ne limite pas leur utilisation future. En d'autres termes, elles se reconstituent plus rapidement qu'elles sont utilisées. Les énergies renouvelables reposent sur des flux, par opposition aux énergies classiques qui s'appuient sur des stocks issus de gisements limités de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) ou fissiles (uranium, plutonium, etc.). [5]

Les énergies renouvelables ont pour principaux avantages de pouvoir être produites sur place et à un coût limité pour l'environnement, par comparaison avec l'exploitation des énergies fossiles. Plusieurs défis sont cependant à relever concernant les énergies renouvelables : des coûts d'exploitation élevés, des problèmes de stockage et des difficultés de raccordement au réseau.

I.1.7.2 Évaluation des énergies renouvelables en Algérie.

Face à la double contrainte de la raréfaction des énergies fossiles et du réchauffement climatique, les énergies renouvelables représentent une alternative nouvelle et un avenir sûr pour la sécurité énergétique en Algérie. Le marché des énergies renouvelables est prometteur et leur promotion constitue l'un des axes de la politique énergétique et environnementale du pays (figure .1) [6].

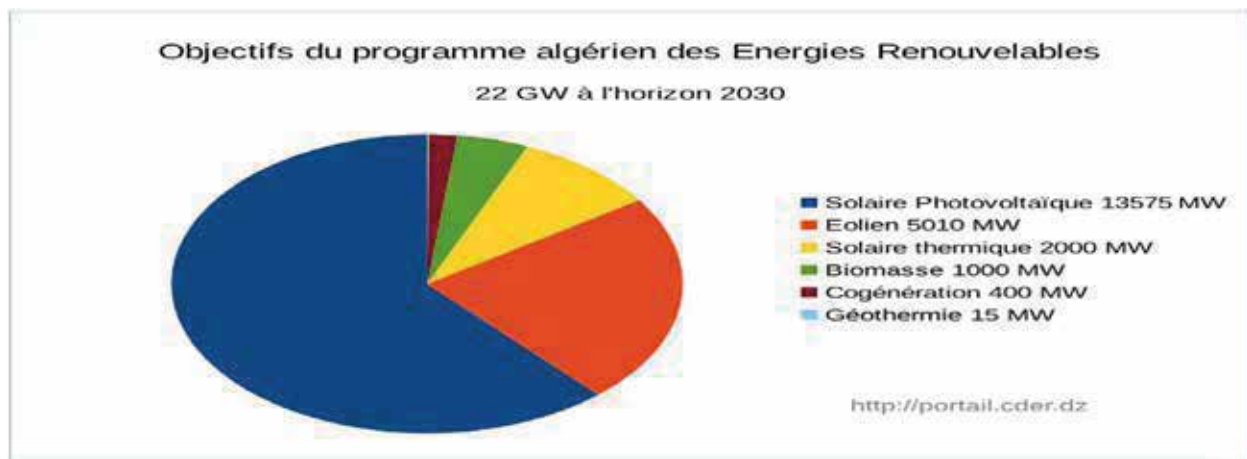


Figure I. 1 : répartition des énergies renouvelables en Algérie

I.1.7.3 Le contexte général

Compte tenu du caractère limité des réserves d'énergie primaire fossile, des répercussions sur l'environnement qu'implique leur utilisation ou encore des risques et défis particuliers liés au nucléaire, une transition énergétique, reposant sur l'utilisation accrue de sources renouvelables d'énergie, est en œuvre partout dans le monde, selon des rythmes de progression différents.

I.2. Généralité sur l'énergie solaire

I.2.1. Définition

L'énergie solaire est la fraction de l'énergie électromagnétique provenant du soleil et traversant l'atmosphère, qui absorbe une partie de l'énergie, et parvenant à la surface de la Terre. Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau, du vent et de la photosynthèse réalisée par le règne végétal, dont dépend le règne animal via les chaînes alimentaires. Le Soleil est à l'origine de la plupart des énergies sur Terre à l'exception de l'énergie nucléaire et de la géothermie profonde. Les sources d'énergie issues indirectement de l'énergie solaire sont notamment : l'énergie hydraulique, dérivée de l'énergie cinétique de l'eau dont le cycle dépend du Soleil, l'énergie marémotrice issue principalement de l'effet des forces de gravitation de la Lune et plus faiblement de celle du Soleil et dépendant d'autres paramètres tels que la géographie des côtes. Il y a également l'énergie éolienne provenant de l'énergie cinétique du vent lié à l'échauffement, et à l'évaporation de l'eau, générés par le Soleil, la rotation de la Terre et l'effet Coriolis, l'énergie hydrolienne et l'énergie des vagues liées aux mouvements des océans et des cours d'eau, le bois énergie et l'énergie de la biomasse ainsi que la géothermie de très basse température, provenant des couches superficielles du sol réchauffées par le Soleil.

On peut ajouter les énergies fossiles provenant de matières organiques créées par photosynthèse (charbon, pétrole, gaz naturel...) auxquelles s'ajoute l'énergie biochimique de la matière organique vivante. Cet article traite de l'énergie produite par l'homme en captant le rayonnement émis par le Soleil, principalement sous forme électrique ou thermique. C'est l'une des principales formes d'énergies renouvelables [7].

I.2.2 Énergie Solaire

Par sa situation géographique, l'Algérie dispose l'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5KW/h sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 (KW/h/m²)/an au Nord et 2263 (KWh/m²)/an au Sud, voire carte solaire [8]

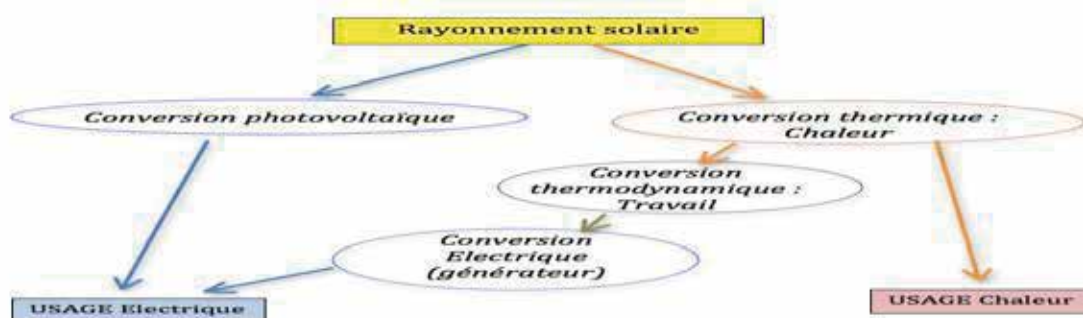


Figure I.2 : Les deux moyens de convertir d'énergie solaire.

I.2.3. Rayonnement solaire

L'ensoleillement correspond à l'intensité du rayonnement solaire reçu sur un plan à un moment donné. Il s'exprime habituellement en watts par mètre carré (W/m^2), l'ensoleillement varie de zéro, au lever du soleil, à sa valeur maximale, typiquement au midi solaire.

Il y a quatre types de rayonnement :

I- Le rayonnement direct C'est celui qui arrive directement au sol sans avoir été dispersé par l'atmosphère, il forme des ombres car ses rayons sont parallèles entre eux. Il est mesuré par un appareil appelé Pyrhéliomètre.

II- Le rayonnement diffus C'est la partie du rayonnement diffusé par les particules (les molécules, gouttelettes d'eau, poussière . . .) en suspension dans l'atmosphère, il n'a pas de direction privilégiée et sa mesure est effectuée avec un Pyranomètre

III- Le rayonnement réfléchi C'est la partie réfléchi par le sol et dépend de la nature du site (nuage, sable . . . etc). Il se caractérise par un coefficient propre de la nature de lieu appelé Albédo (coefficient de réflexion du sol Φ) tel que $0 < \Phi < 1$.

III- Rayonnement global C'est la somme de toutes les composantes reçues, y compris le rayonnement réfléchi par le sol et les objets qui se trouvent à sa surface.



Figure I.3 : Les rayonnements solaires terrestres reçus sur une installation donnée.

I.2.4. Les problèmes de l'énergie solaire :

Production intermittente, liée à la présence du soleil (absent la nuit). Production plus faible l'hiver, alors que la consommation est plus forte. Électricité encore chère, nécessitant des aides publiques jusqu'à ce qu'elle devienne une énergie « concurrentielle ».

I.2.4.1 Les avantages et les inconvénients :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Sources propres, qui ne polluent pratiquement pas (peu d'émissions de gaz à effet de serre)• Ressources qui se renouvellent assez rapidement. Elles sont inépuisables.• Sources qui possèdent un fort potentiel. Par exemple, l'énergie solaire reçue par la Terre représente 8 000 fois la consommation de l'humanité.	<ul style="list-style-type: none">• Sources dont les performances sont irrégulières. La quantité d'énergie fournie par le vent et le soleil dépend totalement des conditions climatiques.• Techniques encore en cours de développement. Cette filière coûte cher actuellement, mais le développement de nouvelles technologies (à plus grande échelle) et de nouveaux marchés fera baisser les prix.

Figure I.4 : Les avantages et les inconvénients de l'énergie solaire

I.2.5. Potentiel solaire en Algérie

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m² est de l'ordre de 5KW h sur la majeure partie du territoire national. [9]

Le solaire est le potentiel le plus important en énergies renouvelables en Algérie. Il représente 169,44 TWh/an, soit 5000 fois la consommation algérienne en électricité. Ainsi, avec plus de 2 000 heures d'insolation par an et jusqu'à 3 900 heures sur les hauts plateaux et au Sahara, l'énergie solaire reçue quotidiennement sur le territoire algérien est de l'ordre de 1 700 KWh/m²/an au Nord et 2 263 KWh/m²/an au Sud. Soit une moyenne de plus de 2200 KWh/m²/an [10]

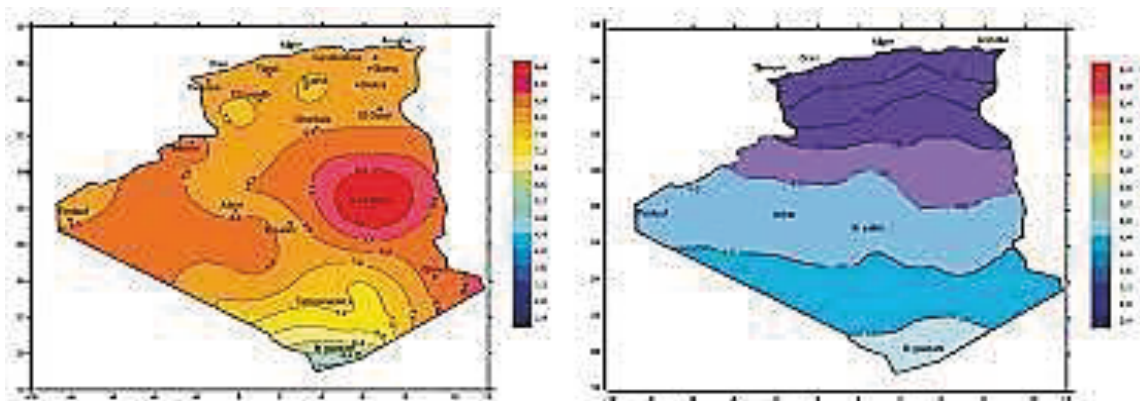


Figure I.5 : potentiel solaire en Algérie.

I.2.6 Énergie solaire photovoltaïque.

I.2.6.1. Historique

L'hélio-électricité, qui traite de la transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique est apparue en 1930 avec les cellules à oxydes cuivreux puis au sélénium, mais ce n'est qu'en 1954, avec la réalisation de premières cellules photovoltaïques au sélénium dans les laboratoires de la compagnie Bell téléphone, que l'on entrevoit la possibilité de fournir de l'énergie. Très rapidement utilisées pour l'alimentation des véhicules spatiaux, leur développement et de rapides progrès ont été motivés par la conquête de l'espace. Au cours des années 80, la technologie photovoltaïque terrestre à progresser régulièrement par la mise en place de plusieurs centrales de quelques mégawatts, et même devenue familière des consommateurs à travers de nombreux produits de faibles puissances y faisant appel : montres, calculatrices, balises radio et météorologique, pompes et réfrigérateurs solaires. Des événements tels que les courses de véhicules solaires offrant une image de haute technologie futuriste et écologique y ont également contribué [12].

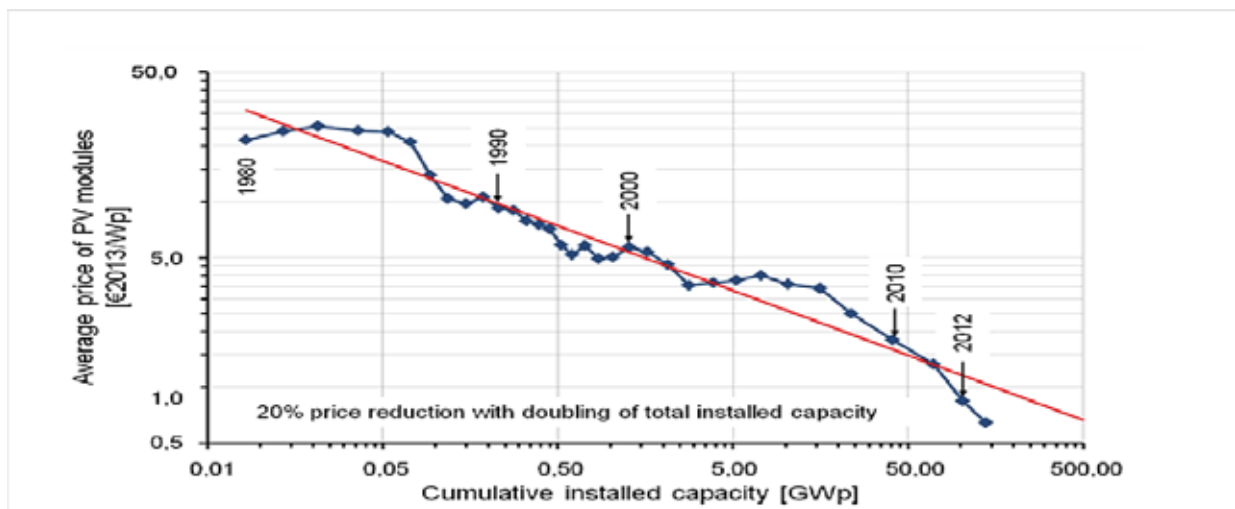


Figure I. 6 : Évolution du coût de l'énergie solaire photovoltaïque

I.2.6.2. Définition et catégories

Le terme « photovoltaïque » peut désigner le phénomène physique (l'effet photovoltaïque découvert par Alexandre Edmond Becquerel en 1839) ou la technologie associée.

L'énergie solaire Photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire au moyen d'une cellule photovoltaïque. Schématiquement, un photon de lumière incidente permet sous certaines circonstances de mettre en mouvement un électron, produisant ainsi un courant électrique.

Les cellules photovoltaïques sont fabriquées avec des matériaux semi-conducteurs principalement produits à partir de silicium. Ces matériaux émettent des électrons lorsqu'ils sont soumis à l'action de la lumière. Ceux-ci sont éjectés du matériau et ils circulent dans un circuit fermé, produisant ainsi de l'électricité.

I.2.6.3. Fonctionnement des cellules photovoltaïques

La cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe l'énergie lumineuse et la transforme directement en courant électrique. Le régime photovoltaïque est un régime où aucun potentiel n'est appliqué, mais où un courant circule à travers une charge. Le système développe donc une puissance électrique. Le principe de fonctionnement de la cellule fait appel aux propriétés du rayonnement et celles des semi-conducteurs. La conversion de photons en électrons dans un matériau pouvant produire un courant électrique nécessite :

- ♣ Absorption des photons par le matériau (absorption optique) et la génération des porteurs de charges.
- ♣ Collecte des porteurs excités avant qu'ils ne reprennent leur énergie initiale (relaxation).

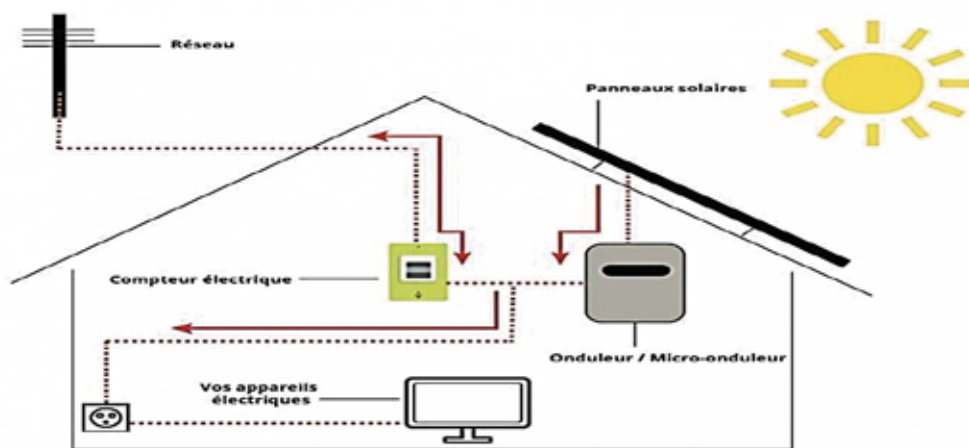


Figure I.7 : principe de fonctionnement des panneaux

I.2.6.4 Avantages, inconvénients et limites

♣ Le système photovoltaïque présente de nombreux avantages :

- Une haute fiabilité. L'installation ne comporte pas de pièces mobiles qui la rendent particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.
- Le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du Milliwatt au Mégawatt.
- Le coût de fonctionnement est très faible vu les entretiens réduits et il ne nécessite ni combustible, ni son transport, ni personnel hautement spécialisé.

- La technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant (électricité propre), silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.
- Ils fonctionnent de façon rentable dans les régions éloignées et dans de nombreuses applications résidentielles et commerciales.
- Ils sont flexibles et peuvent être élargis à n'importe quel moment pour répondre aux besoins en matière d'électricité.
- Temps minimum de réalisation d'une centrale PV.
- Ils ont une longue durée de vie. - On élimine les frais et les risques de transport associés aux énergies fossiles.

♣ Les cellules solaires ont cependant des inconvénients :

- La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements à coût élevé.
- Le rendement réel de conversion d'un module est faible, de l'ordre de 10-15 % avec une limite théorique pour une cellule à 28%.
- Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées.
- Tributaire des conditions météorologiques.
- Beaucoup d'appareils vendus dans le marché fonctionnent en 220 à 230V alternatif. Or, l'énergie issue du générateur PV est unidirectionnelle et de faible voltage (< 30V), elle doit donc être transformée par l'intermédiaire d'un onduleur.
- Le stockage de l'énergie électrique dans des accumulateurs qui sont les plus souvent des batteries au Plomb. Sachant que les batteries ne doivent pas se décharger à plus de 60% (70% maximum) de leur capacité maximale. En outre, les batteries ont une faible durée de vie (3 à 5ans), ce qui entraîne un surcoût au fonctionnement

♣ Limite :

Malgré ces avantages et en dépit des inconvénients, le système photovoltaïque présente toutefois certaines limites :

- Ils ne conviennent pas aux utilisations à forte consommation d'énergie telle que le chauffage. Si vous souhaitez utiliser l'énergie solaire à cette fin, considérez d'autres solutions de recharge comme un chauffe-eau solaire, qui produit de la chaleur beaucoup plus efficacement.
- Les systèmes raccordés au réseau sont rarement économiques, surtout parce que le coût actuel de la technologie PV est beaucoup plus élevé que celui de l'énergie traditionnelle [13].

I.2.6.5. Les différentes installations photovoltaïques

I.2.6.5.1. Les installations sur site isolé :

Ce type de montage est adapté aux installations ne pouvant être raccordées au réseau. L'énergie produite doit être directement consommée et/ou stockée dans des accumulateurs pour permettre de répondre à la totalité des besoins. Les panneaux photovoltaïques produisent l'électricité en courant continu.

Le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection. L'onduleur transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur AC. Les batteries sont chargées le jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps (voir figure 10). [14]

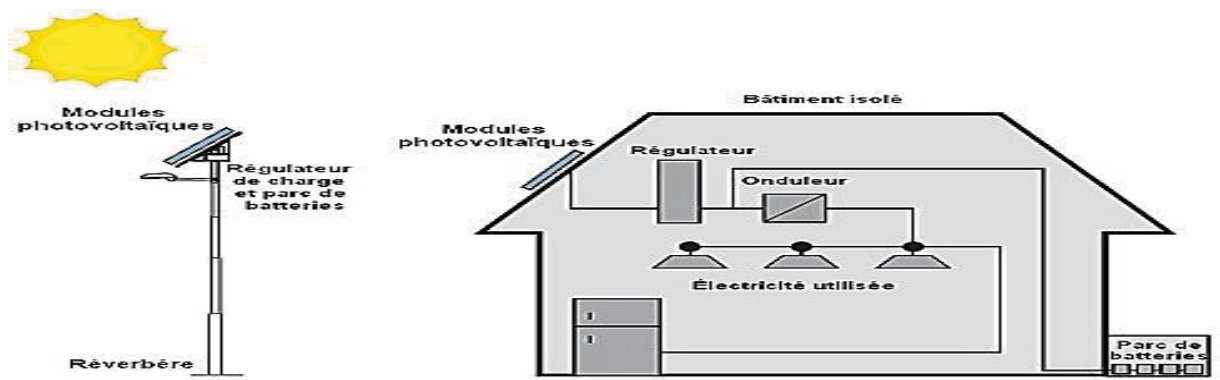


Figure I.8 : Installation sur site isolé

I.2.6.5.2. Les installations raccordées au réseau de distribution public :

• Solution avec injection totale

Toute l'énergie électrique produite par les capteurs photovoltaïques est envoyée pour être revendue sur le réseau de distribution. Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en deux points :

- le raccordement du consommateur qui reste identique avec son compteur de consommation (on ne peut pas utiliser sa propre production).
 - le nouveau branchement permettant d'injecter l'intégralité de la production dans le réseau, dispose de deux compteurs :
 - L'un pour la production.
 - L'autre pour la non-consommation (permet de vérifier qu'aucun soutirage frauduleux n'est réalisé).
- [15]

• Solution avec injection de surplus

Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en un point : l'utilisateur consomme l'énergie qu'il produit avec le système solaire et l'excédent est injecté dans le réseau. Quand la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau fournit l'énergie nécessaire. Un seul compteur supplémentaire est ajouté au compteur existant.

6H

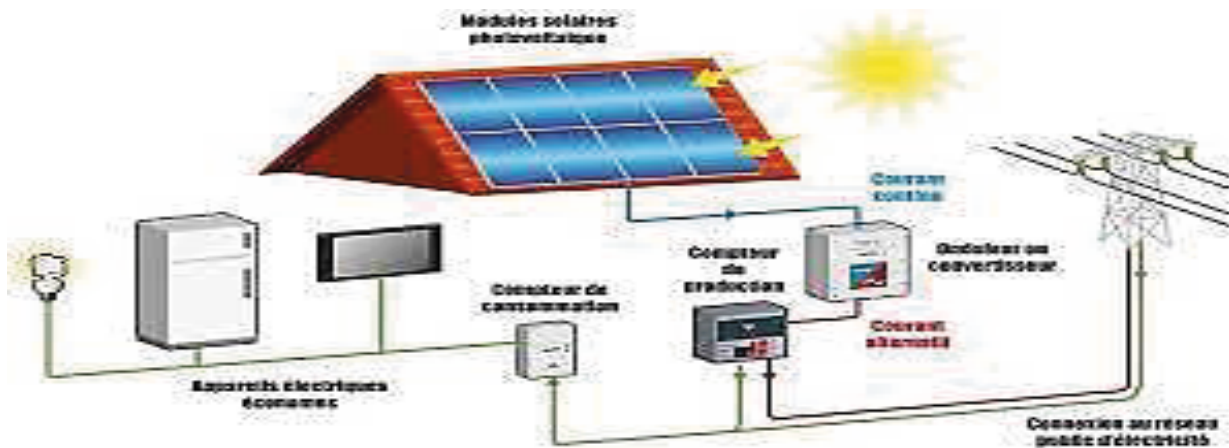


Figure I.9 : l'injection d'énergie dans les réseaux

I.2.7. Le stockage de l'énergie solaire

Avec une installation de panneaux solaires, vous pouvez produire jusqu'à 100% de vos besoins annuels en électricité. C'est ce qu'on appelle l'autosuffisance. Cependant, sans moyen de stockage, une partie de cette énergie produite est perdue en étant renvoyée directement sur le réseau. En effet, si l'énergie produite par vos panneaux n'est pas consommée directement par les besoins de votre ménage, cette énergie transitera sur le réseau avant d'être réutilisée par la suite.

Pour augmenter votre autonomie et votre autoconsommation, vous pouvez équiper votre installation photovoltaïque d'une batterie domestique de stockage. Ainsi, au lieu d'injecter dans le réseau ce surplus d'énergie que vous ne consommez pas de façon instantanée, vous pouvez choisir de la réutiliser quand votre habitation en a besoin.

I.2.7.1. Stockage d'énergie et Autoconsommation

La batterie se recharge pendant la journée grâce à la production de vos panneaux solaires pour mettre l'énergie produite à disposition le soir. Cela vous permet ainsi de stocker l'excédent d'énergie produit et de le réutiliser ensuite. C'est ce qu'on appelle l'autoconsommation.

Sans batterie de stockage, on estime le taux moyen d'autoconsommation d'un ménage entre 30 et 40%. Cette autoconsommation peut augmenter jusqu'à 60 voire 70% avec une batterie. Ce taux peut même être amélioré en le combinant avec une utilisation judicieuse de vos appareils ménagers et/ou un boiler thermodynamique. Ainsi, vous devenez plus autonome avec votre propre production d'énergie.

. Il existe 4 types de batteries pour stocker l'énergie produite par des panneaux solaires.

Faire un choix peut paraître cornélien si on ne s'y connaît pas et si on veut évidemment choisir une batterie qui ne se déchargera pas trop vite, pour laquelle la durée de vie sera longue ou encore pour sa capacité de stockage.

Voici les différentes caractéristiques, avantages et inconvénients de chaque batterie.

Tout d'abord, il existe 3 batteries au plomb (plomb ouvert, AGM et Gel) qui ont toutes des caractéristiques différentes.

I.2.7.2. Les deux principales caractéristiques des batteries

Pour toutes les batteries, quel que soit le type de fabrication, elles ont deux caractéristiques communes : Leur tension, exprimée en Volts (V) : dans le photovoltaïque, elle est généralement de 12 V pour les petites batteries rechargeables qui ont une durée de vie d'environ 5 ans. Pour les éléments plus importants avec des tensions de 12, 24 ou 48 V, on utilise des éléments séparés de 2 V, prévus pour être assemblés en série, et qui ont une durée de vie d'environ 10 ans.

Leur capacité en Ampères heures (Ah) : Pour l'augmenter, on doit brancher plusieurs batteries en parallèle. En multipliant la tension par la capacité, on obtient la quantité d'électricité emmagasinée, en kWh.

. En conclusion

De nombreuses sociétés s'intéressent aux techniques de stockage de l'énergie et essaient de proposer des technologies destinées à abaisser le prix du stockage ce celle produit par le panneau solaire.

Pour le photovoltaïque, la batterie au plomb restera un composant incontournable pour encore des décennies.

I.3. Conclusion

L'électricité est omniprésente dans notre quotidien, dans les maisons, les entreprises, ...etc. Les moyens de productions actuels de l'électricité sont divers et variés aussi bien que les méthodes d'utilisation. Mais celle-ci fait tellement parti de nos habitudes qu'elle nous est indispensable autant à l'échelle humaine qu'économique.

Ce chapitre nous a permis de donner un aperçu général sur les systèmes très populaires actuellement dans le marché de la production d'énergie électrique d'origine renouvelable, les systèmes de systèmes solaires. La première partie du chapitre nous avons donné brièvement quelques définitions pour l'efficacité énergétique et les objectifs du programme algérien des énergies renouvelables, La seconde partie a été consacrée aux systèmes solaires et plus précisément ceux d'origines photovoltaïques.

Chapitre II : Audit Énergétique

II. Résumé

Ce chapitre propose une vue générale de l'audit énergétique des bâtiments tertiaires, tel qu'il est réalisé par les bureaux d'étude et conseils en énergie. Ce type d'audit joue un rôle essentiel dans la réussite de projets d'amélioration – éventuellement dans le cadre d'un contrat à garantie de performance. Il existe plusieurs types d'audit énergétique plus ou moins détaillés. Ce chapitre décrit brièvement les aspects clés d'un audit énergétique et propose en conclusion une démarche complète et systématique pour identifier et préconiser des mesures d'amélioration rentables de l'efficacité énergétique.

II.1. Introduction

De améliorations significatives ont été apportées à l'efficacité énergétique des bâtiments neufs depuis 1973 (la réglementation thermique continue de 1974, 1988 ne concernait que le logement, la NRT 2000, entrée en vigueur en juin 2001, concerne tous les types de bâtiments). Cependant, la plupart des bâtiments existants sont antérieurs à ces réglementations (EIA, 2009). En France, sur les 27 millions de logements, 19 millions ont été construits avant 1975 (ADEME, 1995). Par conséquent, la réhabilitation énergétique des bâtiments existants est nécessaire pour amener la performance énergétique globale de l'ensemble du bâtiment vers une nouvelle valeur. Investir dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments peut s'avérer payant en réduisant les factures d'énergie. Outre les solutions de financement classiques proposées aux maîtres d'ouvrage, d'autres programmes peuvent également financer des projets de restauration énergétique.

Une de ces procédures consiste à passer un contrat de performance avec une société qui prend en charge l'investissement et se rembourse grâce aux gains réalisés. Typiquement, une entreprise de conduite/ exploitation assume les risques du projet en effectuant l'ingénierie et en réunissant le capital nécessaire aux améliorations énergétiques. L'audit énergétique constitue l'étape essentielle pour garantir la rentabilité du projet.

II.2. Définition

Les audits énergétiques sont réalisés par des professionnels spécialisés dans ce type d'expertise. Il s'agit d'un document qui décrit la performance énergétique d'un bâtiment et identifie les sources de déperdition d'énergie. L'audit énergétique recense de nombreuses informations. Il informe le propriétaire du coût estimé de l'exécution de chaque élément de travail. On évoque également le temps de retour sur investissement : réduction des consommations de chauffage ou de climatisation, etc.

La liste des informations qui doivent être fournies dans un audit énergétique est prescrite par la réglementation en vigueur. En fait, un audit énergétique fait plus que simplement vous informer. Les copropriétaires devraient s'en servir pour planifier les rénovations à effectuer.



Figure II.1 : audit énergétique

II.3. Différents types d'audit énergétique

Le terme « audit énergétique » est largement employé et peut avoir différentes significations suivant les entreprises. On trouve aussi dans les plaquettes des entreprises offrant cette prestation des termes comme : « diagnostic thermique », « expertise des consommations », « expertise et audit approfondi ». Ces interventions sont aussi partie intégrante du « facilities management ». Les moyens affectés à l'audit énergétique de bâtiments vont de la courte visite des installations suggérant des améliorations jusqu'à l'analyse détaillée avec simulation horaire en passant par la mise en place d'une métrologie plus ou moins détaillée. Indépendamment du cadre que les prestations peuvent prendre, on peut distinguer quatre types d'audit énergétique.

II.4. Objectifs de l'audit

II.4.1 Contexte de l'étude et objectifs poursuivis

Dans le cadre de sa politique environnementale de développement durable, le Crous de Reims réalise un audit énergétique sur sa résidence située Rue Gérard Philipe. Le but premier est d'étudier l'impact d'une rénovation des façades du bâtiment (mise en place d'une isolation thermique). La partie esthétique est également prise en compte, compte tenu de l'emplacement du bâtiment dans un périmètre ABF.

II.4.2 Contenu du rapport

L'audit énergétique donne un aperçu de l'état actuel de l'enveloppe du bâtiment et des systèmes de chauffage, de ventilation et de production d'ECS. Il oriente également les maîtres d'ouvrage vers les solutions de rénovation les plus adaptées. La première phase consiste à réaliser des études de site et des visites d'ateliers pour analyser le fonctionnement des installations techniques, leur niveau de confort et détecter les pannes. Des entretiens directs avec les occupants peuvent également mettre en évidence des points clés. La deuxième étape consiste à récupérer les données techniques (factures énergétiques, consommations, plans chaufferie, etc.) auprès du responsable du site. Les données sont traitées pour connaître la consommation réelle du site. Ces données ont été analysées à l'aide d'un outil de calcul thermique (logiciel de supervision Climaudit).

L'analyse des données et les résultats de calculs permettent de nous diriger vers le choix des solutions de rénovations les plus efficaces et les mieux adaptées. La troisième phase consiste à imaginer des scénarios de rénovations permettant de réduire la consommation énergétique du site et permettant également d'augmenter le confort thermique des occupants (amélioration de la qualité de l'enveloppe, amélioration de la qualité du système d'émission et de chauffage ...)

Cet audit énergétique vise donc à mettre en évidence les points forts et faibles du bâtiment en termes de confort et de consommation énergétiques. C'est pour cela qu'il est essentiel d'établir au préalable les données techniques et comportementales du bâtiment. Après simulation et modélisation du site, il en ressort des axes d'améliorations ainsi que des variantes d'optimisation sur la consommation énergétique des bâtiments

Tableau II.1 : Les objectifs d'audit énergétique

3 Objectifs		
Aperçu sur l'état actuel des bâtiments & Sys ventilation, chauffage et production ECS.	Récupération des données techniques du site (factures énergétique, consommations, plans de chaufferie) - Saisie logiciel et calculs énergétiques	Élaboration de scénarios de rénovations pour réduire la consommation énergétique et augmenter le confort des occupants.

II.5. présentation des bâtiments

II.5.1 Localisations masques et donnees météorologies

Le bâtiment se situe en zone urbaine. Un espacement entre les bâtiments permet de réduire les masques proches. Par ailleurs le bâtiment (R+7) est le plus haut de la zone donc cela réduit les masques sur le bâtiment, l'architecture du bâtiment correspond à une architecture classique des années 1970.



Figure II.2 : localisation

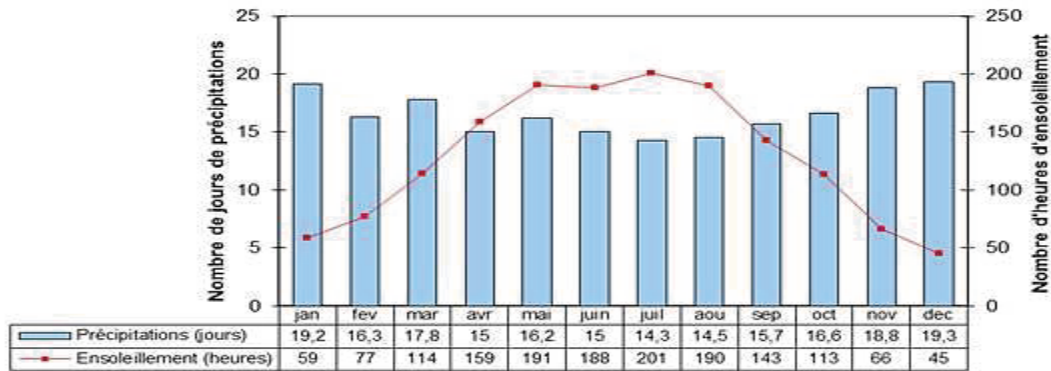


Figure II.3 : Températures et ensoleillement du site



Figure II.4 : photographie aérienne de chantier

La météo du site est caractérisée par un hiver long et moyennement froid et un été cours mais pas très chaud. Le besoin en climatisation est de ce fait très faible.

II.6. Procédure générale pour un audit énergétique détaillé

L'exécution d'un audit énergétique est un processus plus itératif que linéaire. Une procédure générale peut cependant suffire à en tracer les grandes lignes pour la plupart des bâtiments.

Le tableau 2 donne un résumé de la procédure d'audit énergétique préconisée pour les bâtiments tertiaires ainsi que pour les bâtiments industriels. Les audits énergétiques pour les systèmes thermiques et électriques sont traités séparément car les coûts sont différents.

Tableau II.2 : Résumé de l'audit énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaire

Phase	Systèmes thermiques	Systèmes électriques
Analyse des données	<ul style="list-style-type: none"> - Profil énergétique (modèle en régime permanent reconstitué ou signature énergétique du bâtiment) - Ratios énergétiques (par surface, par étudiant pour une école, par repas, etc.) - Distribution des usages énergétiques (chauffage, ECS, processor, etc.) - Types de combustibles utilisés - Impact de la météorologie sur la consommation énergétique y Structure tarifaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Profil énergétique électrique (courbe de charge) - Ratios énergétique électrique (par surface, par étudiant pour une école, par repas, etc.) - Distribution des usages énergétiques électriques (refroidissement, éclairage, auxiliaires de distribution, etc.) -Impact de la météorologie sur la consommation électrique - Structure tarifaire, pénalité de dépassement de puissance, etc.)
Relevés sur site	<ul style="list-style-type: none"> -Matériaux de construction (résistance thermique et épaisseur) - Type de systèmes de chauffage ventilation et climatisation - Systèmes de production d'ECS - Eau chaude / vapeur pour le chauffage y Eau froide pour le refroidissement - Eau chaude / vapeur pour ECS - applications spécifiques (hôpitaux, piscine, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> -Type de systèmes de chauffage ventilation et climatisation - Type d'éclairage et densité - Type d'équipement et densité -Énergie pour le chauffage -Énergie pour le refroidissement - Énergie pour l'éclairage -Énergie pour les équipements -Énergie pour le conditionnement d'air - Énergie pour la distribution d'eau
Modèle de référence	<ul style="list-style-type: none"> - Étude des plans architecturaux, mécaniques et de régulation - Développement d'un modèle de référence (méthode simple ou très détaillée) - Calage du modèle de référence (données disponibles ou mesurées) 	<ul style="list-style-type: none"> - Étude des plans architecturaux, mécaniques et de régulation y Développement d'un modèle de référence (méthode simple ou détaillée) - Calage du modèle de référence (données disponibles ou mesuré)
Estimation des économies	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de récupération de chaleur par échangeurs - Systèmes de chauffage performant (chaudières) - Ralenti de nuit, relance de chauffage - Amélioration des systèmes de conditionnement d'air -Réduction de la demande d'ECS -Cogénération 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité énergétique de l'éclairage y Efficacité énergétique de la bureautique - Efficacité énergétique des moteurs - Amélioration des systèmes de conditionnement d'air et de production d'eau glacée (compresseurs) - Réduction des pics de consommations - Systèmes de stockage thermique - Cogénération - Amélioration du facteur de puissance - Réduction des harmoniques

II.7. Les logiciels pour réaliser des audits énergétiques

Un audit énergétique doit être réalisé pour bénéficier des bonus "Exit Hot Scéen Statu" et "BBC Levels". Réalisée avant les travaux de rénovation pour déterminer la performance énergétique globale du logement et les consommations régulières avant et après l'utilisation des travaux de chauffage, de rafraîchissement et de production d'eau chaude sanitaire. Il peut également faire une estimation financière préliminaire du coût des travaux.

Selon le texte de la réglementation, seuls les architectes indépendants ayant suivi une formation continue de type FEEBAT MOE 5A-5B ou Dynamo 1 et les entreprises de construction ayant suivi ces formations avec au moins un partenaire peuvent prétendre être éligibles à un audit énergétique. Maisons individuelles de MA Prime rénove'.

La profession peut utiliser les quatre logiciels suivants pour réaliser un audit énergétique de maison individuelle Ma Prime rénove'. Tous satisfont aux exigences de la fiche Certificats d'économies d'énergie dédiée à la « Rénovation performante ».

Tous génèrent également à l'issue de la simulation un rapport en format PDF pointant la plupart des données de sortie exigées par décret pour la production d'un audit énergétique de maison individuelle Ma Prime rénove'.

Cap Rénove +

Le logiciel Cap Rénove + fonctionne hors ligne sur tablettes Android/iPad ou sur PC/MAC. Il répertorie les aides financières nationales mais aussi locales (régionales, départementales, intercommunales et communales). Les aides publiques sont filtrées en fonction du projet, des revenus des ménages et calculées avec gestion des règles de cumul.

Bâti-cube évolution

Le logiciel Bâti-Cube Évolution s'utilise en ligne, c'est à dire en étant connecté à internet depuis la plateforme Espace-Cube. Il fonctionne sous les systèmes d'exploitation Windows, Android et OS X. Il déploie toutes les fonctionnalités pour réaliser l'audit énergétique et permet de réaliser jusqu'à 10 scénarios différents de rénovation.

BAO Évolution pour maison individuelle

Le logiciel BAO Évolution MI s'inscrit dans une suite de logiciels permettant de réaliser selon les versions des audits énergétiques de maisons individuelles, de logements collectifs et de bâtiments tertiaires.

La saisie des données s'effectue soit à partir d'un métré détaillé réalisé à l'aide de bibliothèques (parois, vitrages, ponts thermiques, ...), d'une forme géométrique plus ou moins complexe ou d'une saisie 3D issue d'un quadrillage ou d'un fond de plan.

Easy énergie

Le logiciel Easy Énergie est décliné en une version « Entreprise » et une version « Bureau d'études », qui correspond aux besoins de agences d'architecture.

Easy Énergie fonctionne sur PC uniquement. Il nécessite le recours à un émulateur pour PC pour fonctionner sous OS X et l'environnement MAC.

II.8. Outils de la simulation énergétique

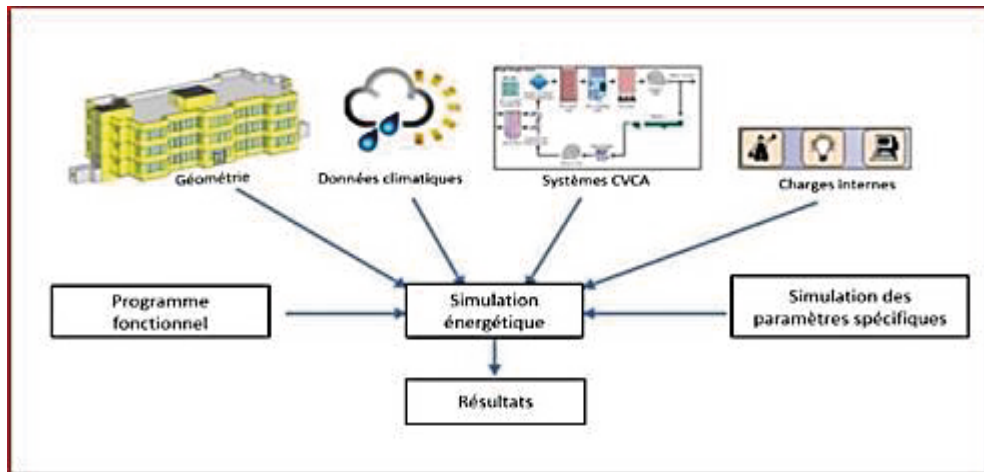


Figure II.5 : Paramètres intervenant dans l'étude d'efficacité énergétique [11]

La simulation énergétique est réalisée à l'aide d'outils informatiques permettant une étude détaillée des modèles et qui se basent sur plusieurs caractéristiques de l'infrastructure étudiée associées à chaque type de composante énergétique (éclairage, système CVCA, état thermique de l'environnement interne, les données climatiques de la zone où se trouve l'infrastructure, etc.). L'utilisation de ces outils permet aux ingénieurs de simuler correctement toutes les données de l'infrastructure en fonction des paramètres relatifs à chaque composante pour finalement générer de la meilleure solution possible. Le logiciel effectue des calculs pour que nous puissions adopter un modèle rentable qui répond à notre problématique [11]. Un recours précoce aux outils de simulation offre le meilleur potentiel pour adopter des solutions performantes en termes d'énergie [11].

II.9 La politique Algérienne concernant l'efficacité énergétique

II.9.1 Introduction

Dans le contexte de la relance économique, la demande d'énergie en Algérie pourrait plus que doubler d'ici 2020, atteignant 60 millions de TEP. Au regard de ces prévisions, le gisement d'économie d'énergie se situerait autour de 20 millions de TEP sur cette même période (12)

II.9.2 Consommation énergétique finale de l'Algérie

II.9.2.1 Consommation par secteurs et par formes

La consommation énergétique finale nationale a atteint 20 millions de TEP (13)

II.9.2.2 Quelques données utiles

- ♣ La population : 34,4 Millions d'habitants en 2007.
- ♣ La superficie : 2 393 367 Km².
- ♣ Le Produit Intérieur Brut National (PIB) : 9389,7 Milliards de DA soit 135 Milliards de \$.
- ♣ Les émissions totales dues à l'énergie finale consommée sont estimées à 46 Millions de Tonnes de CO₂ ; Soit 3 TCO₂ /TEP.
- ♣ Le PIB par habitant : 93959 de DA.
- ♣ La Consommation moyenne : 0,581 TEP/hab.
- ♣ Les émissions dues à l'énergie finale 1,830 TCO₂/hab.
- ♣ Les émissions dues à l'énergie primaire 2,222 TCO₂/hab. (14)

II.9.3 Pourquoi développer une politique d'efficacité énergétique La construction résidentielle en Algérie est-elle bénéfique ?

* Pour les pays dépendants de l'énergie extérieure, les politiques d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel réduiront considérablement leurs factures énergétiques : la hausse des prix du pétrole sur les marchés internationaux, associée à une consommation d'énergie accrue due à des exigences de confort plus élevées, peut encourager les importations d'hydrocarbures Le pays développe des politiques institutionnelles et réglementaires systèmes visant à améliorer l'efficacité énergétique des logements.

* Stabiliser voire réduire la consommation nationale d'énergie en développant des politiques d'efficacité énergétique des logements est nécessaire pour assurer la pérennité du développement de l'Algérie.

* Par ailleurs, la mise en place de politiques d'efficacité énergétique des logements peut combler le déséquilibre entre l'offre et la demande d'électricité,

* Il y a aussi des bénéfices sociaux positifs à avoir une politique d'efficacité énergétique dans le secteur du logement, elle protégera le consommateur en lui apprenant à maîtriser sa consommation d'énergie, lui permettant ainsi de réduire sa facture énergétique. Elle contribuera donc à augmenter son pouvoir d'achat, dynamisant ainsi l'activité économique du pays. La mise en œuvre d'une telle politique garantira également la création d'emplois par le développement de nouvelles filières liées à l'efficacité énergétique : en effet, de nouveaux marchés vont se développer, comme les énergies renouvelables, les nouveaux matériaux pour les bâtiments performants ou les équipements économes en énergie.

* Les politiques d'efficacité énergétique dans le secteur du logement peuvent non seulement protéger l'environnement au niveau international en participant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais aussi au niveau local, puisque la réduction de l'utilisation de produits fossiles sur le territoire national protégerait la population au niveau sanitaire.

II.9.4 Pour qui une politique d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment résidentiel présentait un intérêt ?

L'efficacité énergétique est vue d'angles divergents par les acteurs concernés par une telle politique, elle représente des intérêts antagoniques.

La motivation environnementale répond davantage aux intérêts des pays développés qu'à ceux en voie de développement. Certes, agir pour l'environnement est une noble cause, et la majorité de ces pays ont ratifié le protocole de Kyoto, mais cette motivation environnementale ne semble pas faire partie des priorités qui ont amené certains pays à s'engager dans une politique de maîtrise de l'énergie.

Aussi, l'efficacité énergétique ne représente pas forcément un avantage pour tous les ménages. Le cas d'un ménage en Algérie, lorsqu'il ne dispose d'aucune ressource à affecter à son confort, réaliser des améliorations en vue de l'efficacité énergétique de son habitation n'a pas de pertinence. Si un ménage ne chauffe ni ne climatisé son habitat parce qu'il n'en a pas les moyens, il n'aura aucune marge pour améliorer la performance énergétique de sa maison. Une politique d'efficacité énergétique dans l'habitat n'est intéressante pour les ménages qu'à partir d'un certain niveau de vie, moyen voire relativement aisé, et exclut les franges sociales à bas revenus⁵²

Par ailleurs, si l'efficacité énergétique offre des intérêts pour les futurs occupants, en réduisant sensiblement leur facture énergétique, et en leur procurant agréablement du confort, elle évoque un investissement non justifié pour les promoteurs immobiliers.

Donc, Élaborer et mettre en œuvre une politique en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel relève donc du défi puisque les institutions en charge de la conception de cette politique doivent savoir faire émerger un consensus entre ces deux acteurs.

II.10. Conclusion

Ces dernières années, la consommation d'énergie a considérablement augmenté. Les prévisions suggèrent que la consommation d'énergie continue de croître, et des solutions sont nécessaires pour limiter cette croissance. L'efficacité énergétique et ses précieux avantages économiques, environnementaux et sanitaires apportent une valeur ajoutée aux bâtiments et améliorent leur performance énergétique pour produire des systèmes plus économes en énergie.

L'efficacité énergétique vise à améliorer la performance énergétique et ses simulations sont réalisées à l'aide d'outils logiciels spécialisés. Est devenu un développement des impacts environnementaux et économiques, mais aussi des investissements rentables pour les gouvernements et les entreprises. Aujourd'hui, l'efficacité énergétique est une solution rentable et économique adoptée par différents pays du monde à travers des programmes gouvernementaux visant à protéger les réserves d'énergie et à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

L'efficacité énergétique représente de nos jours une solution rentable et économique adopté par différents pays partout dans le monde par des programmes gouvernementaux visant de préserver les réserves d'énergie et de diminuer les émissions des gaz à effet de serre (GES). Dans le chapitre suivant, on va entamer le dimensionnement du système photovoltaïque dont fera l'objet de notre travail

Chapitre III : Dimensionnement du système photovoltaïque

III.1. Introduction

L'efficacité de toute installation électrique dépend fondamentalement de sa taille et de la rigueur de son utilisation, car elle affecte directement le coût et les performances de l'installation. Les étapes suivantes sont utilisées pour dimensionner le système PV. Le choix des systèmes photovoltaïques est une étape essentielle dans la maîtrise de l'installation des champs photovoltaïques. Cela se fait en fonction des besoins locaux et dépend des conditions météorologiques et du choix des éléments qui définiront la consommation totale du système, ce dernier dépend également de la taille du champ PV

Dans ce chapitre, le travail que nous effectuerons sera penché vers le dimensionnement des Composants de notre système PV :

- Le champion PV
- L'onduleur
- Régulateur
- L'hacheur
- Les câbles

Ceux-ci seront dimensionnés après l'évaluation des besoins, la détermination de la puissance À installer et le nombre total de panneaux.

III.2. Les besoins en énergie électrique

Il s'agit d'estimer la consommation des équipements qu'il convient de connaître. Le but est Obtenez la consommation totale moyenne par jour et par période (été, hiver, vacances, etc.)

L'énergie totale moyenne E (Wh/j) requise par jour est la consommation énergétique des différents appareils composant le système à étudier, c'est-à-dire Téléviseurs, lampes, appareils électroniques, etc.

III.3. Procédure de calcul

III.3.1 Étape I

Consommation énergétique Un système bien adapté nécessite l'évaluation de la puissance électrique des applications à alimenter. L'énergie nécessaire s'exprime par :

$$E_c = P \times t \quad (IV.1)$$

Avec :

E_c : énergie consommée

P : puissance de fonctionnement de l'appareil

t : temps d'utilisation L'énergie est donc le produit de la puissance par le temps.

La relation (IV.1) permet de calculer les besoins journaliers en énergie. En effet, comme un système photovoltaïque doit fournir son énergie durant une journée entière, il est naturel de prendre la période

de 24 heures comme unité de temps. L'énergie E , est donc l'énergie électrique consommée en 24 heures par l'application et s'exprime en Watt- heure par jour (Wh/j). On l'appelle aussi consommation journalière

Pour calculer la consommation totale d'une installation, on calcule d'abord l'énergie électrique consommée en 24 heures par chaque équipement ou chaque fonction électrique et ensuite on les additionne. Elle s'exprime par :

$$E_t = \sum P_i \times T_i \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

P_i : Puissance électrique d'un appareil « i » exprimée en Watt (W).

T_i : Durée d'utilisation de cet appareil « i » en heure par jour (h/j).

III.3.2 Étape II

Énergie solaire récupérable, Inclinaison et orientation optimales des capteurs photovoltaïques
L'énergie fournie par les capteurs photovoltaïques est directement proportionnelle à l'ensoleillement. Afin d'optimiser au mieux l'installation solaire il faut donc tenir compte de ce facteur, qui dépend à son tour du lieu de l'installation, de l'orientation et de l'inclinaison de ces capteurs. Idéalement, Ils doivent être orientés en plein Sud dans l'hémisphère Nord et en plein Nord dans l'hémisphère Sud, à l'écart des zones ombragées, et inclinés d'un angle qui permet l'optimisation de l'énergie récupérée .

Un plan incliné est caractérisé par son inclinaison β (par rapport à l'horizontale), et son orientation ou azimut γ par rapport au sud. [19]

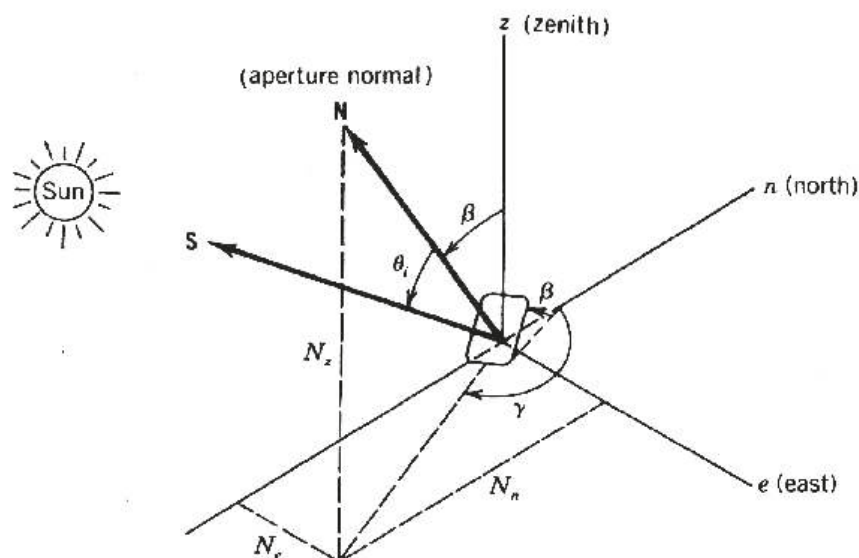


Figure III.1 : Définition des angles pour un plan incliné : inclinaison β , azimut γ et l'angle d'incidence θ .

III.3.3 Étape III

Données météorologiques La conception des systèmes photovoltaïques nécessite la connaissance du rayonnement solaire utile sur le site d'installation.

Cette connaissance est l'un des paramètres essentiels de l'étude préalable. Pour un besoin électrique donné, plus l'énergie solaire reçue est grande, moins est le nombre de panneaux solaires à installer et inversement. En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé au sol. L'influence de l'atmosphère provoque la diffusion et l'absorption d'une partie du rayonnement incident.

III.3.4 Étape IV

Dimensionnement du générateur photovoltaïque Cette étape consiste à calculer la quantité de modules photovoltaïques que l'on devra posséder pour couvrir les besoins en électricité.

. Puissance crête d'un générateur photovoltaïque

La puissance crête des panneaux à installer dépend de l'irradiation du lieu d'installation. On la calcule en appliquant la formule suivante. [20]

$$P_{ch} = E_c / K \cdot I_r \quad (IV.3)$$

P_{ch} : Puissance crête de champs photovoltaïque en Watt crête (Wc)

E_c : Énergie consommée par jour (Wh/jour)

I_r : Temps moyen d'ensoleillement journalier (h/jour)

k : Coefficient correcteur, ce coefficient tient compte.

En Algérie : $2 \geq I_r \leq 8$. On prend la moyenne de 5 h/Jour

. Tension de fonctionnement du champ photovoltaïque

On choisit la tension de fonctionnement en fonction de la puissance crête du champ photovoltaïque en watt. De façon générale. [17]

Tableau III.1 : Tension du champ en fonction de sa puissance crête [20]

Puissance crête(WC)	Moins de 500WC	De 501WC à 2000WC	De 2001WC à 10000WC	Plus de 10000 WC
Tension de champ (V)	12	24	48	96

III.3.5 Étape V

Nombre de panneaux photovoltaïques à utiliser A partir de la puissance crête des panneaux on peut déterminer le nombre de : ϖ Panneaux solaire nécessaires à l'installation :

$$N_m = P_{ch} / \text{Puissance crête unitaire panneau} \quad (III.4)$$

ϖ Le nombre de modules connectés en série sera égale à :

$$N_s = V_{ch} / V_n \quad (III.5)$$

V_{ch} : tension total du champ.

V_n : la tension délivrée par un seul panneau photovoltaïque.

⊗ Le nombre de modules connectés en parallèles s'exprime par :

$$N_p = N_m / V_n \quad (III.6)$$

Avec :

N_m : nombre total de panneaux photovoltaïques

N_s : nombre de panneaux connectés en série

III.3.6 Étape VI

. Dimensionnement du parc de batteries

Pour réaliser le dimensionnement des batteries, on procède de la façon suivante :

- On calcule l'énergie consommée (E_c) par les différents récepteurs.
- On détermine le nombre de jours d'autonomie nécessaires.
- On détermine la profondeur de décharge acceptable pour le type de batterie utilisé.
- On calcule la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule ci-dessous :

$$C_{ch} = E_c \times N / D \times U \quad (III.7)$$

C_{ch} : capacité du champ de batterie en ampère. Heure (Ah)

E_c : énergie consommée par jour (Wh/j)

N : nombre de jour d'autonomie

D : décharge maximale admissible (0,8 pour les batteries au plomb)

U : tension de la batterie (V)

⊗ Nombre de batteries en séries :

$$N_s = V_{ch} / V_{batterie} \quad (III.8)$$

V_{ch} : tension du champ

$V_{batterie}$: la tension de la batterie

⊗ Nombre de batterie en parallèles :

$$N_p = C_{ch} / C_{batterie} \quad (III.9)$$

Avec :

C_{ch} : capacité totale du champ de batteries associées à toute l'installation photovoltaïque.

$C_{batterie}$: capacité d'une batterie.

La durée de vie en d'une batterie décroît rapidement lorsque la profondeur de décharge augmente. En général, on essaie de limiter la profondeur de décharge à 50%, c'est-à-dire que l'on utilisera que la moitié de la capacité de batteries.



Figure III.2 : Aperçu d'une batterie solaire

III.3.7 Étape VII

Dimensionnement du régulateur de charge Le régulateur est dimensionné d'après les paramètres suivants :

Tension, courant d'entrée et courant de sortie.

Tension nominale : Elle doit être celle du champ photovoltaïque.

Courant d'entrée I_e : C'est le courant de charge maximal que les modules sont susceptibles de débiter.

Il doit être supporté sans problème par le régulateur.

Pour estimer ce courant, le plus sûr est de prendre 1,5 fois le courant maximal. [21]

Courant de sortie I_s : L'intensité du courant de sortie du régulateur doit être supérieure à la valeur maximale que peuvent tirer les récepteurs simultanément. Elle peut être déterminée par la formule suivante : [17]

$$I_{max} = P_{ch} / u \quad (IV.10)$$

P_{ch} : la puissance crête du champ de photovoltaïque qui es calculé comme suit :

$$P_{ch} = P_c \times N_p \times N_s \quad (IV.11)$$



Figure III.3 : Régulateur de charge

III.3.8 Étape VIII

Pour connaître cette puissance nominale, il suffit de faire la somme des puissances des appareils électriques susceptible d'être utilisés en même temps Il faut toujours choisir un convertisseur dont la puissance est légèrement supérieure à celle des appareils.

Cette particularité est utile pour les appareils qui possèdent un moteur, car leur consommation augmente très fortement lors du démarrage. En général, si vous avez correctement dimensionné la puissance nominale, la puissance maximale est prévue par ces onduleurs est suffisante.



Figure III.4 : Décanat de faculté science et technologie Mostaganem

III.3.9 Étape IX

Le dimensionnement des câbles électriques solaires Pour assurer le transport de l'énergie des modules jusqu'au régulateur de charge, on ne peut pas utiliser n'importe quel câble électrique. Les câbles solaires sont étudiés pour résister aux conditions liées à leur utilisation. Ils sont les seuls à pouvoir assurer une longue durée de vie (supérieure à 30 ans) tout en minimisant les pertes d'énergie.

La résistance d'un câble électrique ne dépend ni de la tension ni de l'intensité du courant qui le traverse, mais dépend de la résistivité (ρ) du matériau utilisé (cuivre, argent, fer, ...), de la longueur du câble, de sa section, et de sa température. Le cuivre est de loin le conducteur le plus utilisé, et sa résistivité oscille entre $16 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ à $0^\circ C$ et $17 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ à $25^\circ C$. L'équation permettant de connaître la résistance est la suivante :

$$R = \rho \times L / S \quad (IV.12)$$

Avec :

R : la résistance en (Ω)

ρ : la résistivité en ($\Omega \cdot m$)

L : la longueur du câble en (m)

S : la section du câble s en (mm^2)

III.4. Application

Étapes utiles pour mieux comprendre les dimensions de l'installation photovoltaïque, nous recommandons de créer une application sur DECANAT universitaire.

Pour assurer un fonctionnement optimal de ces panneaux, il existe un régulateur de charge : il charge la batterie de secours et alimente les appareils fonctionnant sur secteur

4.1. Consommation énergétique

Tableau III.2 : différents appareils de consommation

	Appareils	Nombre de Charges	Puissance nominale (W)	Heure d'utilisation (H)	Énergie (Wh/jour)
Les bureaux	Lampes +LED	62	18	8	8928
	Ordinateur+ TV	20	60	8	9600
	Imprimante	13	800	2	20800
	Climatiseur	15	1160	6	104400
	Standard	1	3000	30 min	1500
	Photocopie	9	45	2	810
	Réfrigérateur	2	100	24	4800
					150838

III.4.2. Géographie et géomorphologie de MOSTAGANEM

III.4.2.1 Géographie régionale

Mostaganem s'étend sur 2269 Km² pour une population de 807.518 d'habitants. Dotée d'un littoral de 124 km, ses plages sont des plus belles d'Algérie offrant un contraste rarement retrouvé dans une même région : rocheuses, sablonneuses, forestières : elles sont chaque été convoitées par des milliers d'estivants leur offrant un menu à choix multiples [22].



Figure III.5 : Localisation de la Wilaya de MOSTAGANEM

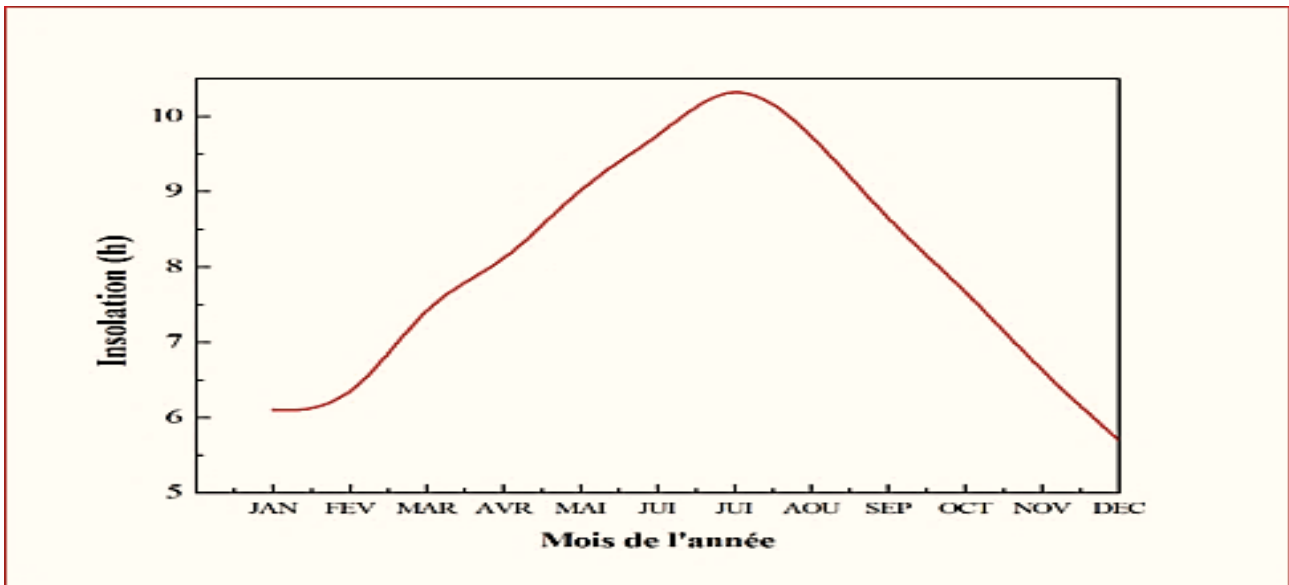


Figure III.6 : Courbe des moyennes mensuelles d'insolation pour la wilaya de Mostaganem.

III.4.2.2 Localisation du site

Wilaya : MOSTAGANEM

Site : université ST Mostaganem

Latitude : 35°,9253 Nord

Longitude : 0°,1091 Est

Altitude : 157 mètres

Température ambiante min : +8°C

Température ambiante max : +33°C

Latitude φ (°)	Inclinaison β (°)
$\varphi < 10^\circ$	10°
$10^\circ < \varphi < 30^\circ$	Φ
$30^\circ < \varphi < 40^\circ$	$\varphi + 10^\circ$
$\varphi > 40^\circ$	$\varphi + 15^\circ$

D'après le tableau on prend l'Inclinaison comme suit : β (°) = $\varphi + 10^\circ$

Ce qui donne : β (°) = $36^\circ 42' + 10^\circ = 46^\circ, 42'$

III.4.3. Données métrologiques

En Algérie :

La durée d'ensoleillement journalière minimale est de : 2 h/jour

La durée d'ensoleillement journalière maximale est de : 8 h/jour

En général on prend la moyenne de : 5 h/jour

III.4.4. Coefficient de perte

Plusieurs pertes interviennent dans le système photovoltaïque telles que :

Les pertes géographiques ou naturelles qui sont dues à l'inclinaison, l'orientation, les données climatiques, les modules PV, encasernement des modules, température, efficacité de la batterie ou composants constituant le système, les pertes électriques.

La somme des différentes pertes vaut :

$$Cp = 0.76$$

III.4.5. Dimensionnement du générateur photovoltaïque

La consommation totale journalière d'énergie de l'application est calculée en additionnant la consommation journalière de chaque récepteur : $E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + \dots$

$$E_t = [(p_1.t_1)^1] + [(p_2.t_2)^2] + [(p_3.t_3)^3] + [(p_4.t_4)^4] + [(p_5.t_5)^5] = Wh j \quad \text{Équation I}$$

Avec : P1 : Puissance du récepteur (W) ;

t1 : Temps d'utilisation du récepteur par jour (h/j) ;

n1 : Nombre de récepteur ;

Après la consommation globale journalière, il faut étudier sa variation dans le temps en fonction de l'utilisation des exploitants. Le dimensionnement des panneaux photovoltaïques dépend de la fréquence d'occupation de l'habitat et le dimensionnement du système photovoltaïque. Pour une consommation de week-end, le calcul du dimensionnement est fondé sur une valeur moyenne de consommation obtenue en multipliant la consommation totale journalière par 2/7, soit la consommation de 2 jours étalée sur 7 jours

.ENERGIE TOTAL 1= lampes + ordinateur+ imprimante + climatiseur +réfrigérateur

+ Onduleur + chauffage

$$=8928+9600+20800+104400 +1500+4800$$

$$=150838Wh/j$$

D'où l'énergie total= 150,838kWh/j

$$B_jWh/jour=ETotale$$

$$P_jWh/jour=\sum P_i$$

Équation II

$$B_j =150,838KWh$$

$$B_h = B_j \times 7 = 1055,866 \text{ KWh}$$

$$B_m = B_h \times 4 = 4223,464 \text{ KWH}$$

$$B_a = B_m \times 12 = 50681,568 \text{ KWH}$$

Tableau III.3 : les besoins du système PV dans les temps

	Besoins journaliers (Bj)	Besoins Hebdomadaire (Bh)	Besoins mensuels (Bm)	Besoins annuels (Ba)
Besoins en énergie (KWh)	150,838KWh	1055,866 KWh	4223,464 KWH	50681,568 KWH

. Détermination de la puissance crête des panneaux

Tenant compte de la puissance nécessaire au fonctionnement des appareils en courant alternatif, on évalue la puissance crête des panneaux solaires, donnée par **l'équation IV**, comme suit :

D'où en faisant des recherches approfondies on a constaté que les pertes est égales : $C_p = 0.76$

$$E_p = B_j / C_p = E_{total} / C_p$$

$$E_p = 150,838 / 0.76 = 198471,05 \text{ watts}$$

. Calcul la puissance crête : $P_c = E_p / N_c$

N_c = irradiation moyenne de 5 kWh/m/ jour pour (la période estival de fonctionnement)

$$P_c = 198.471 / 5 = 39,694 \text{ kwc}$$

$$P_c = 39,694 \text{ kwc}$$

	Courant alternatif
La puissance crête(WC)	39,694 kwc
Tension de l'installation U (V)	48

. Caractéristiques du panneau solaire à utiliser pour L'installation

Les panneaux photovoltaïques choisis sont de type monocristallin, leurs

Caractéristiques sont consignées dans la figure ci-dessous :

Référence module	BMO	315	320	325	330	335
Puissance nominale	P_{MPP} [W]	315	320	325	330	335
Courant de court-circuit	I_{CC} [A]	9,80	9,80	9,90	9,95	10,05
Tension en circuit ouvert	U_{CO} [V]	42,5	42,6	42,7	42,9	43,0
Courant au point de puissance maximale	I_{MPP} [A]	9,05	9,15	9,25	9,35	9,45
Tension au point de puissance maximale	U_{MPP} [V]	34,8	35,0	35,1	35,3	35,4
Rendement cellule	η_C [%]	21,5	21,2	21,5	21,8	22,2
Rendement module	η_M [%]	18,9	19,2	19,5	19,8	20,5
Tolérance de puissance en sortie		±3 %				
Courant inverse maximum		18 A				
Voltage maximum du réseau		1.000 V (Anwendungsklasse A)				

Figure III.7 : Caractéristiques techniques du panneau photovoltaïque à utiliser dans les deux installations

. Nombre de panneaux total à utiliser pour l'installation en courant alternatif

Le nombre de module pour fournir la puissance de l'installation est déterminé par l'équation suivante :

$$N_m = P_c / \text{Puissance crête unitaire panneau}$$

Ce qui donne :

$$N_m = 39694 / 315 = 126,02$$

Donc on utilise 127 panneaux de 315 Wc.

III.4.6. Dimensionnement et calcul du nombre de batterie

Combinant toutes les technologies, la principale caractéristique d'une batterie est sa capacité. C'est la quantité d'énergie qu'il peut stocker, et donc la quantité qu'il peut récupérer. Cette capacité est exprimée en ampères-heures, en notation Ah. Il faut savoir que la capacité que la batterie récupère n'est pas constante, même dans la même situation de charge.

La capacité récupérée dépend des conditions de décharge. Plus il fait froid, plus vous avez besoin de courant et plus la capacité de la batterie est faible, et vice versa. Pour une même technique, la capacité d'un élément est proportionnelle à son volume. Par contre, pour deux technologies différentes, avec la même capacité, le volume n'est pas du tout le même. Ce rapport capacité/volume sur poids est caractérisé par la densité d'énergie exprimée en Wh/kg, également appelée facteur de mérite. On parle souvent de la capacité nominale d'une batterie (notée C ou Cn) dans le texte.

C'est juste la capacité indiquée sur le boîtier de l'élément. Elle est donnée par le fabricant et est généralement calculée selon la norme. Pour effectuer le dimensionnement de la batterie, procédez comme suit :

Étape 1 : Calculer l'énergie (E_c) consommée par différents récepteurs

Étape 2 : Déterminer le nombre de jours d'autonomie requis

Étape 3 : Déterminer la profondeur de décharge acceptable pour le type de batterie utilisé

Étape : 4 Calculez la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule suivante

$$C = E_c \cdot N / D \cdot U$$

C : Capacité de la batterie, ampère-heure (AH)

E_c : Énergie consommée par jour (Wh/j)

N : jours d'autonomie

D : Décharge maximale autorisée (0,8 pour les batteries au plomb)

U : tension batterie (V)

4.6.1 Calcul de la capacité de batterie

Sur le tableau ci-dessous on résume tous les résultats obtenus des calculs qui ont été fait sur : l'énergie consommée par jour en kWh/j ; la puissance photovoltaïque crête du système en kWc et le nombre de panneaux du champ photovoltaïque.

Tableau III.4 : les résultats des calculs

Nom	L'énergie consommée par jour en kWh/j	La puissance photovoltaïque crête du système en kWc	le nombre de panneaux du champ photovoltaïque
Département universitaire	150,838KWh	39,694kwc	127

Le nombre de jour d'autonomie est 3 jours sans apport solaire note N Décharge maximale admissible est 80%

. Caractéristique technique de batterie choisie est :

Une batterie au (plomb) se caractérise essentiellement par :

La tension nominale qui dépend du nombre d'éléments, la tension nominale U est égale au nombre d'éléments multiplié par 2,1 V. La capacité de stockage, notée C, qui s'exprime en ampères pendant 1 heure : l'énergie électrique.

Capacité batterie plomb = 250 Ah

$$C = E_c \cdot N / D \cdot U$$

$$C = 150,838 \cdot 3 / 0.8 \cdot 24$$

$$C = 23,568 \text{ kAh}$$

. Nombre de batterie

Le nombre de batterie est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Nombre de batterie} = c / \text{capacite de batterie}$$

Nombre de batterie = $23568 / 250 = 94,273$

Puis on obtient donc 96 batteries pour produire l'énergie qu'on a besoin.

III.4.7. Dimensionnement du régulateur et de l'onduleur

III.4.7.1. Régulateur :

La taille du régulateur est déterminée après avoir sélectionné le type de régulateur. Il existe deux types de régulateurs ;

- un régulateur de charge simple : il contrôle uniquement la charge de la batterie et évite ainsi de surcharger la batterie ; il est utilisé dans les installations où le risque d'émissions est quasi nul (modules surdimensionnés, consommation bien maîtrisée, faible probabilité de débordement, etc.) ;
- Régulateur de charge et de décharge : Il permet également d'éviter les décharges profondes en coupant l'alimentation de tous les appareils ; le régulateur de charge et de décharge est idéal pour les applications domestiques où les occupants dépassent souvent la consommation. Pour dimensionner un régulateur, trois facteurs principaux doivent être pris en compte :
 - Tension nominale entre panneau et batterie : le régulateur doit pouvoir accepter cette tension (généralement 12 V, 24 V ou 48 VDC).

Les régulateurs acceptent une plage de tension plus ou moins large.

- Courant maximum de sortie : Cela ne concerne que les régulateurs de charge et de décharge qui doivent accepter le courant maximum que la charge peut fournir en même temps.

Ce courant maximum doit également tenir compte des forts courants transitoires que certains équipements électriques génèrent au démarrage. À partir de ces données, des techniques de conditionnement adaptées à la puissance du système photovoltaïque et au type de cellule peuvent être sélectionnées. Les régulateurs shunt conviennent mieux aux systèmes photovoltaïques de faible puissance, tandis que les régulateurs (série) conviennent aux systèmes plus élevés. [13]

On a comme puissance des appareils de $P_T = 5183$ watts, $U = 24$ v

On sait que $P = U \cdot I \rightarrow I = P/U$ d'où on $I = 5183/24 = 215,96$ A

Pour déterminer le type de régulateur on va ajouter 10% au courant donc on a :

$$I_T = 215,96 + 215,96 \cdot 0.1$$

$$I_T = 237,556 \text{ A}$$

On va choisir le régulateur MPPT qui peut supporter le courant de 237,556 A

III.4.7.2 L'onduleur

Pour les installations autonomes, l'onduleur est dimensionné en fonction des caractéristiques des modules, des batteries et des récepteurs AC uniquement. Les paramètres de sélection sont : Tension

d'entrée (12,24 ou 48 V) : Il s'agit de la tension continue fournie par le générateur PV ou le système de stockage d'énergie.

- Tension de sortie (220 V AC, 50 Hz) : La forme d'onde est une onde sinusoïdale ou carrée, voire une onde pseudo-sinusoïdale, selon la nature de l'équipement sur lequel le récepteur doit fonctionner. Par conséquent, le choix de la technologie dépend des caractéristiques du récepteur.

- Puissance nominale : Elle correspond à la puissance que peut fournir l'onduleur en fonctionnement permanent, c'est-à-dire la somme des puissances de toutes les charges électriques utilisables simultanément. En pratique, il est défini en fonction de la valeur moyenne de la courbe de consommation, en courant alternatif, une augmentation de 20 % ;

- Puissance maximale (50% de la puissance nominale) : C'est la surcharge sévère provoquée par le démarrage de certains moteurs, que l'onduleur doit supporter pendant une très courte durée.

- Consommation à vide ou en veille : doit être la plus faible possible (2 à 3 % de la puissance nominale). Une consommation excessive peut nuire à la capacité et à la durée de la batterie.

- La puissance de l'onduleur est exprimée en VA ou voltampère. Avant de choisir un onduleur, vous devez additionner la consommation de tous les équipements qui y sont connectés. [23]

- Le problème est que, généralement sur les équipements informatiques, la consommation est exprimée en watts pour convertir rapidement les watts en V.A.

- On peut utiliser cette formule approximative : Puissance en VA = Puissance en Watts / 0,66 [23].

D'où la puissance en V.A = $5183 / 0.66 = 7853.03$

On a puissance d'onduleur est 7853 VA

III.4.8. Branchement des panneaux et batteries sur le régulateur

Le panneau est connecté au régulateur et le régulateur est connecté à l'onduleur. L'onduleur PV est directement connecté au compteur. L'onduleur fournit ensuite le courant à la prise. La connexion en série des panneaux solaires peut augmenter la tension. Pour connecter des panneaux solaires en série, connectez la borne + du panneau solaire à la borne - et inversement.

La connexion de panneaux solaires en parallèle peut augmenter la résistance. Pour mettre en parallèle des panneaux solaires, connectez les bornes + et - ensemble. Pour obtenir suffisamment de puissance, nous choisissons une connexion de panneaux solaires hybrides en série et en parallèle. Régulateurs pour dispositifs de protection. Ce régulateur est parfois intégré à l'onduleur. Les onduleurs photovoltaïques convertissent le courant continu en courant alternatif. Pour définir la puissance nominale de l'onduleur, vous devez estimer :

- Ne tient pas compte des charges maximales possibles sur 20 minutes ou des charges de courte durée.

- La charge maximale instantanée, généralement égale à 4 fois la puissance maximale du moteur.

- La puissance nominale doit être la plus faible pour limiter les pertes.

- La puissance nominale de l'onduleur est fixée selon deux critères.
- La puissance maximale possible pour une durée supérieure à 20 mm

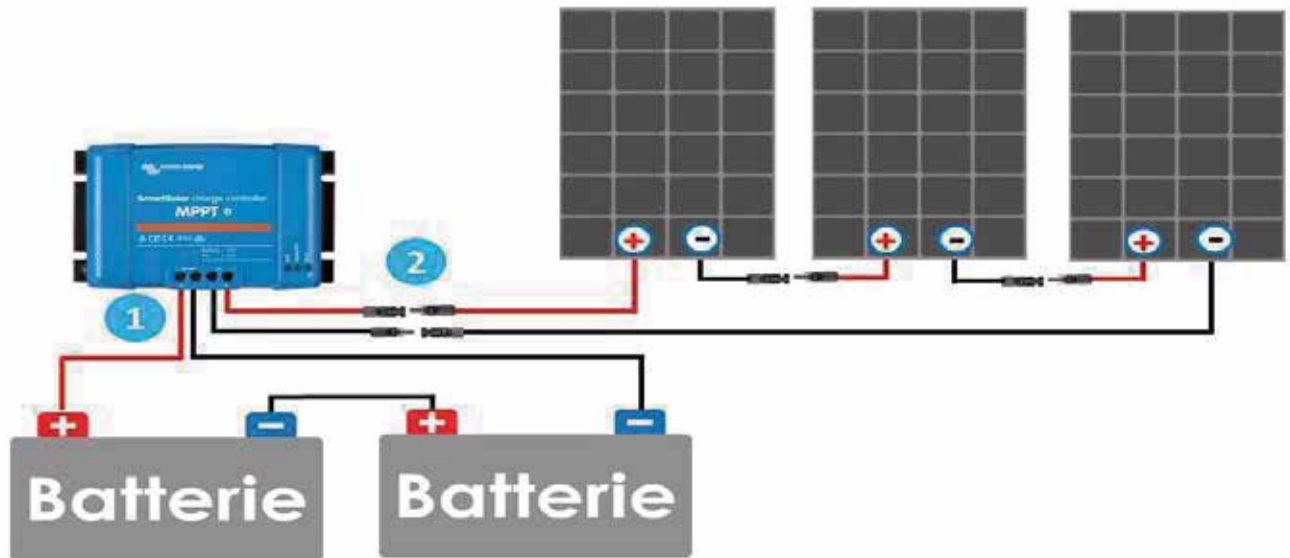


Figure III.8 : Branchement des éléments entre eux

III.4.9. Calcul de la section des câbles

Il est important de calculer correctement la section de câble utilisée lors de l'installation électrique. En effet, un câble trop faible peut provoquer une surchauffe due à la résistance du câble (qui peut provoquer un incendie) et une perte de tension, et une section trop importante peut entraîner des problèmes de poids et de coût. La résistance d'un conducteur R (en ohms) est proportionnelle à :

- sa résistivité (le cuivre vaut $0,01786 \text{ 'mm}^2/\text{m}$ à 20°C).
- sa longueur L (en mètres).
- Inversement proportionnelle à la section S (en mm^2) de ce conducteur.

Le courant de sortie du panneau :

$$I = P / R = \rho L S$$

$$\text{AN : } = 315 / 24 \Leftrightarrow I = 13,125 \text{ A}$$

Section des conducteurs entre 1 et 2 : ΔU : la chute de tension en %

$$\Delta U = 24 \times 0,02 = 0,48 \text{ V}$$

$$R = \Delta U / I = 0,48 / 13,125$$

$$R = 0,036 \Omega$$

$$S = \rho L R$$

$$AN : S = 1,6 \times (10^{-8}) \times 6 / 0,036 S = 2,66 \text{ mm}^2, \text{ Alors on choisit le câble de section } S = 3 \text{ mm}^2$$

Courant circulant entre 2 et 3 :

Puissance crête du champ PV :

$$P_c = N \text{ anneau} * U \text{ anneau}$$

$$P_c = 127 \times 315 = 40005 W$$

Le courant circule entre le boîtier et les batteries

$$I = P_c / U$$

U : la tension de la batterie

$$AN : I = 40005 / 24 \Leftrightarrow I = 1666,875 A$$

Section des conducteurs entre 2 et 3 :

$$R = \Delta U / I = 0,48 / 1666,875 = 0,000287 \Omega$$

$$S = \rho L R = 1,6 \times (10^{-8}) \times 10 / 0,000287$$

$$S = 55,74 \text{ mm}^2$$

Alors on choisit le câble de section $S = 56 \text{ mm}^2$

Calcul du courant entre 3 et 4 :

$$I_{bat} = P_{c} / U_{bat}$$

$$AN : I_{bat} = 7853,03 / 24 \Leftrightarrow I_{bat} = 327,21 A$$

Section entre 3 et 4 :

$$R = \Delta U / I_{bat} = 0,48 / 327,21 = 0,001466 \Omega$$

$$S = \rho L R = 1,6 \times (10^{-8}) \times 8 / 0,001466 = 8,73 \text{ mm}^2$$

$S = 8,73 \text{ mm}^2$, Alors on choisit le câble de section $S = 9 \text{ mm}^2$

III.4.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons identifié tous les appareils de l'installation VP.

Pour cela, nous disposons de systèmes photovoltaïques pour le service de gestion Côté.

Ainsi, afin de permettre un approvisionnement permanent en femmes enceintes, un

Cellules solaires usagées.

Chapitre IV: Simulation d'un système photovoltaïque

IV. Simulation Pvsyst et Matlab

IV.1. PV SYSTEM

IV.1.1. Introduction

PV System : est l'un des plus anciens et des plus performants logiciel dédié au photovoltaïque. Il propose des fonctionnalités très poussées telle que son application 3D qui permet de simuler la course du soleil et les ombres portées afin d'optimiser l'implantation des panneaux.

- PV system est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais c'est aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche ergonomique avec guide dans le développement d'un projet.
- PV System permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles.



Figure IV.1.1 : détermination des coordonnées et des caractéristiques géographiques « Décanat de faculté ST Mostaganem »

IV.1.2. Fonctionnalités générales, systèmes couplés au réseau

➤ Gestion d'un projet

Pour un projet donné (définissant site et météo), nous pouvons construire plusieurs variations de notre système

IV.1.2.1 Projet isolé PV avec batterie au Décanat de ST Mostaganem.

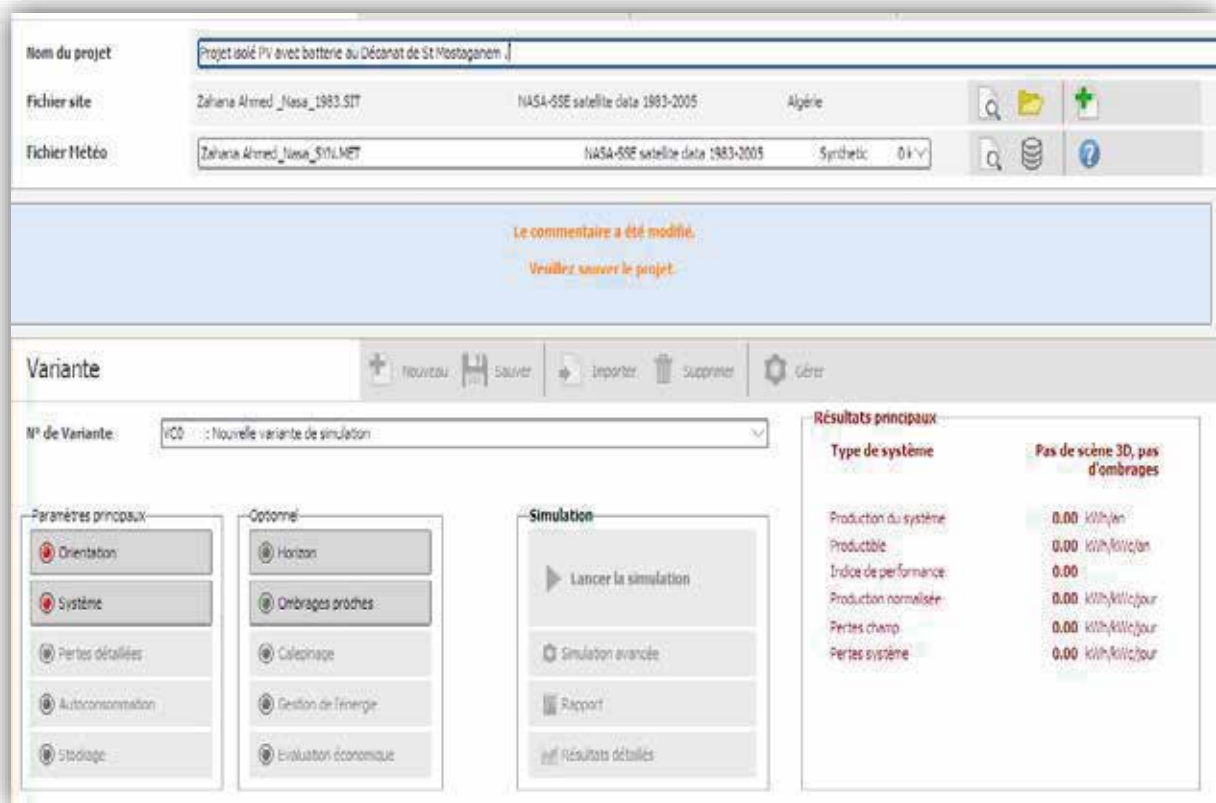


Figure III.2.2 : Désignation du projet dans PVSYS

Tableau IV.1.1 : Estimation de consommation

Consommations journalières						
Nombre	Appareil	Puissance	Util. journ.	Distrib. horaire	Daily energy	
62	Lampes (LED ou fluo)	18 W/lampe	8.0 h/jour	OK	8928 Wh	
20	TV / PC / Mobile	60 W/app	8.0 h/jour	OK	9600 Wh	
13	imprimante	800 W/app	2.0 h/jour	OK	20800 Wh	
2	Frigo / Congélateur	0.10 kWh/jour	24.0	OK	202 Wh	
9	photocopie	45.0 W moy.	2.0 h/jour	OK	810 Wh	
1	standard	3000 W/app	0.5 h/jour	OK	1500 Wh	
15	CLIMATISEUR	1160 W/app	6.0 h/jour	OK	104400 Wh	
Consomm. de veille		1 W tot	24 h/jour		24 Wh	
Energie journalière totale					146264 Wh/jour	
Énergie mensuelle					4387.9 kWh/mois	

Définition consommation par <input checked="" type="radio"/> Années <input type="radio"/> Saisons <input type="radio"/> Mois		Utilis. Week-end ou semaine <input type="checkbox"/> Utilisation seulement pendant <input type="checkbox"/> 7 jours dans la semaine	
---	--	---	--

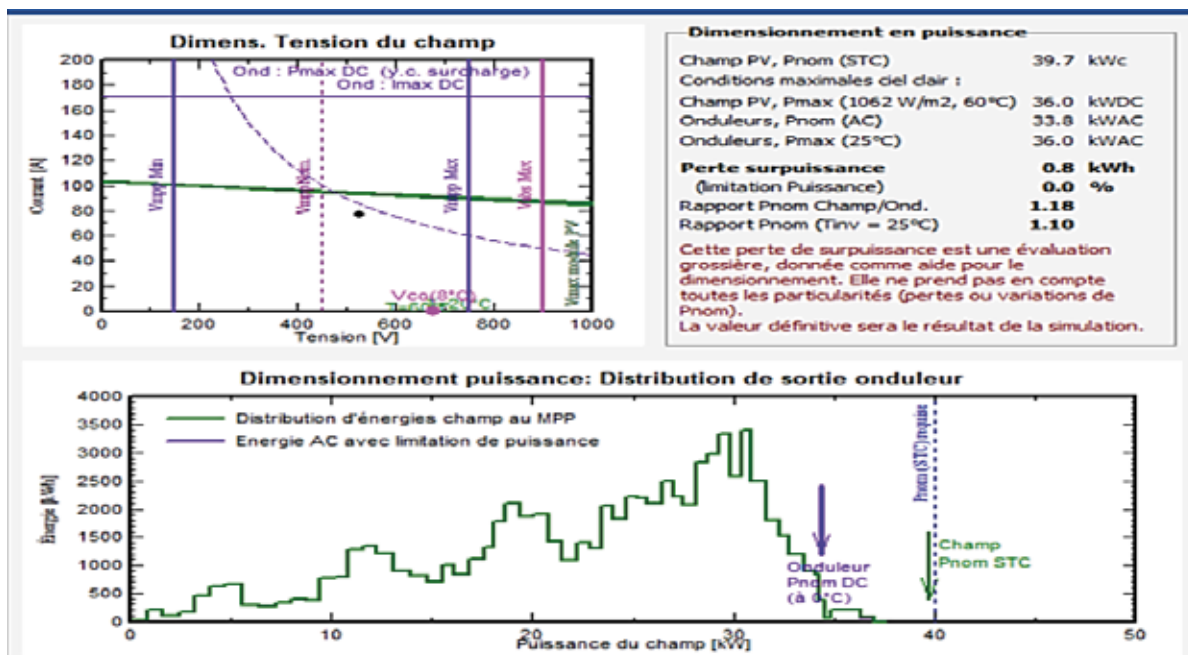
IV.1.2.2 Conception du système / Dimensions

La conception du système est basée sur une procédure simple et rapide

- Déterminer la puissance requise ou la surface disponible
- Sélection de modules PV à partir de la base de données interne
- Choisissez l'onduleur dans la base de données interne

Et le système photovoltaïque fournit une configuration du système, qui peut effectuer une première simulation / Évaluation

Tableau IV.1.2 : Configuration d'un system



IV.1.2.3 Dimensionnement de système : outil visuel

Un outil spécifique rassemble toutes les contraintes pour le dimensionnement du système

- Pour le nombre de modules en série : le diagramme supérieur montre la courbe I/V du champ PV (été/hiver), et les contraintes de tension (y compris courant et puissance) de l'onduleur.
- Pour le dimensionnement de l'onduleur : le second graphique montre la distribution annuelle de puissance MPP du champ et la puissance effective de l'onduleur
- Le dimensionnement optimal de l'onduleur est basé sur la perte de surcharge acceptable sur une année. Il conduit habituellement à sur-dimensionner le rapport de puissance nominale champ/onduleur

On a choisi le type de panneau qui convient à une puissance de 313 WC mono puis un convertisseur MPPT de 24 v ; on obtenu comme résultat 126 panneaux pour une surface de **246 m²**

Nom et orientation du sous-champ
 Nom: Champ PV
 Orient.: Plan incliné fixe
 Inclinaison: 36°
 Azmut: 0°

Aide au dimensionnement
 Pas de prédim.
 Redimens.
 Entrez Pnom désirée: 40.0 kWc
 ... ou surface disponible(modules): 246 m²

Sélection du module PV
 Disponibles: Tous les modules PV
 Modules nécessaires approx.: 127
 Generic: 315 Wp 31V Si-poly ET-P672 315W/WCO Maxim Depuis 2016
 Utiliser optimiseur: Maxim VT8024 330 W Depuis 2015
 Dimens. des tensions: Vmpp (60°C) 31.5 V, Vco (8°C) 48.2 V

Sélection de l'onduleur
 Disponibles: Tension de sortie 230 V Mono 50Hz
 Generic: 7.5 kW 150 - 750 V TL 50/60 Hz 7.5 kWac Inverter Depuis 2020
 Nb. d'entrées MPPT: 9
 Utilise multi-MPPT:
 Tension de fonctionnement: 150-750 V
 Tension entrée maximale: 900 V
 Puissance onduleur utilisée: 33.8 kWac
 Onduleur avec 2 MPPT

Dimensionnement du champ
 Nombre de modules et chaînes
 Mod. en série: 14 (entre 5 et 7)
 Nb. chaînes: 9
 Perte surpuissance: 0.0 %
 Rapport Pnom: 1.18
 Nombre modules: 126
 Surface: 244 m²

Cond. de fonctionnement:
 Vmpp (60°C): 442 V
 Vmpp (20°C): 527 V
 Vco (8°C): 675 V

Irradiance plan: 1062 W/m²
 Impp (GMax): 81.7 A
 Isc (GMax): 82.1 A
 Isc (aux STC): 82.1 A

Puiss. max. en fonctionnement (à 1062 W/m² et 50°C): 37.8 kW
 Max. données
 STC
Puiss. nom. champ (STC): 39.7 kWc

Figure IV.1.2 : Conditions de dimensionnement champ/ onduleur dans PVSYS



FIGURE IV.1.3. : Localisation de la ville de Mostaganem (heure solaire et température du vent)

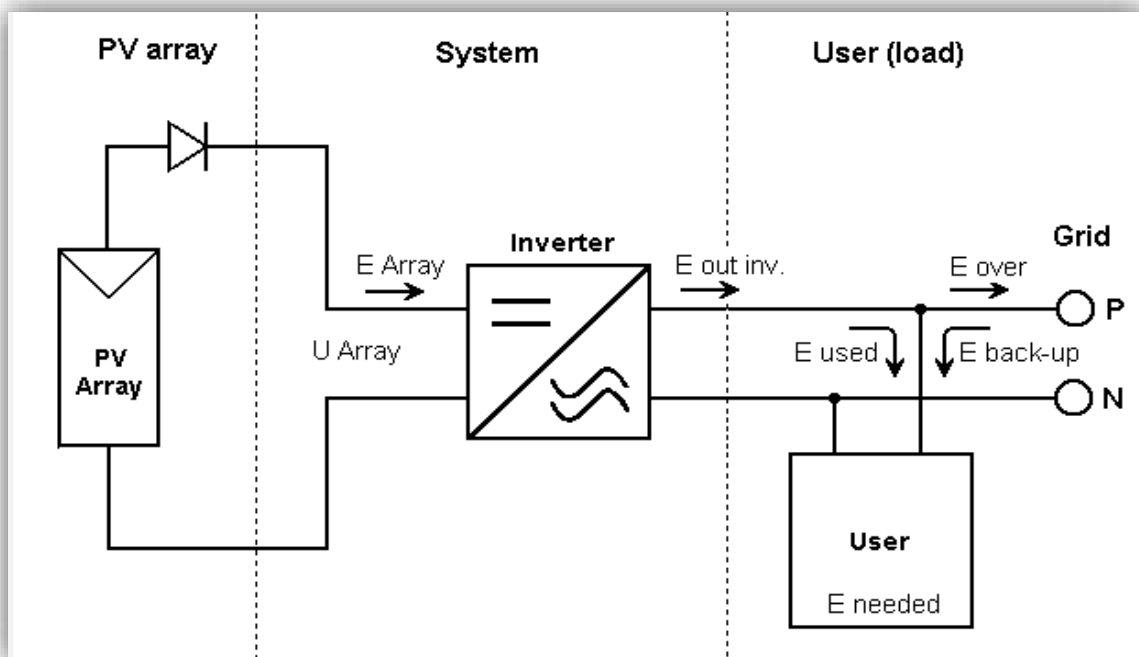


Figure IV.1.4 : Schéma simplifié d'une centrale PV raccordée à la batterie (PVSYST).

- La figure ci-dessus nous montre les branchements complets d'un système Photovoltaïque avec un onduleur, un régulateur et des batteries avec les appareils de protection comme le fusible Diode by passe qui est tous reliée à des différents récepteurs.

IV.1.2.4 Site d'implantation

Pour la simulation de notre projet de la centrale PV, nous avons choisi le site d'AHMED ZAHANA (MOSTAGANEM) ou les données géographiques et météorologiques sont incluses dans le Logiciel PVSYST

IV.1.2.4.1 Données géographique

Tableau IV.1.2 : Tableau des données géographique du site D'AHMED ZAHANA Mostaganem

Caractéristique	Latitude en degré °	Altitude en m	Longitude en degré °
AHMED ZAHANA MOSTAGANEM	35.9253	157	0.1091

IV.1.2.4.2 Données météorologiques

Tableau IV.1.3 : Données météorologiques

	Irradiation global horizontal Kwh/m ² /mois	Irradiation diffuse horizontal Kwh/m ² /mois	Température °C	Vitesse Du Vent m/s	Turbidité Linke [-]	Humidité Relative %
Janvier	81.6	29.4	10.4	2.90	2.622	80.5
Février	96.8	41.6	11.4	3.20	2.902	76.8
Mars	144.4	60.9	14.2	3.50	3.685	71.8
Avril	173.5	71.1	16.3	3.70	3.961	69.4
Mai	196.6	84.7	19.9	3.69	4.451	63.5
Juin	215.9	84.7	24.1	3.79	4.840	60.1
Juillet	218.5	88.9	27.7	3.59	5.974	55.8
Aout	201.4	77.7	27.9	3.39	5.166	58.1
Septembre	153.9	61.1	23.9	3.10	4.450	66.9
Octobre	122.6	50.2	20.5	2.70	3.700	70.0
Novembre	84.1	35.0	14.5	2.90	3.097	76.1
Décembre	72.8	28.8	11.7	2.60	2.722	80.1
Année	1762.1	714.1	18.5	3.30	3.364	69.1

Ces données résument les caractéristiques climatiques du site d'Ahmed Zahana Mostaganem

➤ Trajectoire du soleil :

- La connaissance du mouvement apparent du soleil pour un point donné de la surface terrestre est nécessaire pour toute application solaire

La position du soleil est définie par deux angles : sa hauteur HS (angle entre le soleil et le plan horizontal du lieu) et son Azimut AZ (angle avec la direction du sud, compté négativement vers l'est)

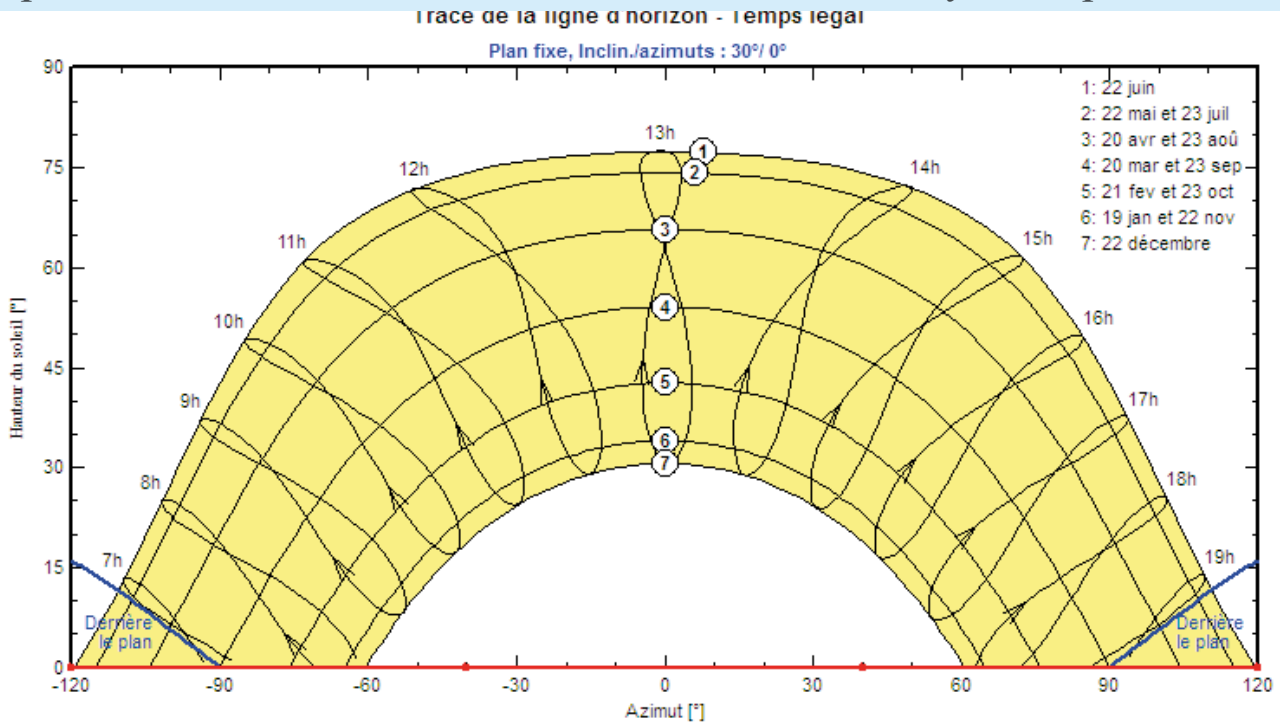


Figure IV.1.5. : Trajectoire du soleil à AHMED ZAHANA MOSTAGANEM

- Simulation d'une centrale PV de puissance 300 kW avec le logiciel PVSYST

La simulation détaillée d'un système PV comporte :

- Le choix des composants (panneaux PV, onduleur, matériel de raccordement...)
- La disposition détaillée du champ de capteurs (orientation, mode de montage...etc.).
- L'estimation de l'énergie produite ;
- Une évaluation des coûts de l'installation, et le prix de KWh résultant.

- Orientation des modules PV

Vu le prix élevé des modules PV, il est nécessaire de choisir des orientations et des inclinaisons favorables à la production d'énergie.

Pour la simulation en technologie de silicium poly cristallin, nous avons choisi un plan Incliné fixe d'une inclinaison 30° (par rapport à l'horizontale) comme l'illustre la figure 30° c'est l'inclinaison optimale donnée par le logiciel PVSYST, en dehors de cette dernière le rendement diminue

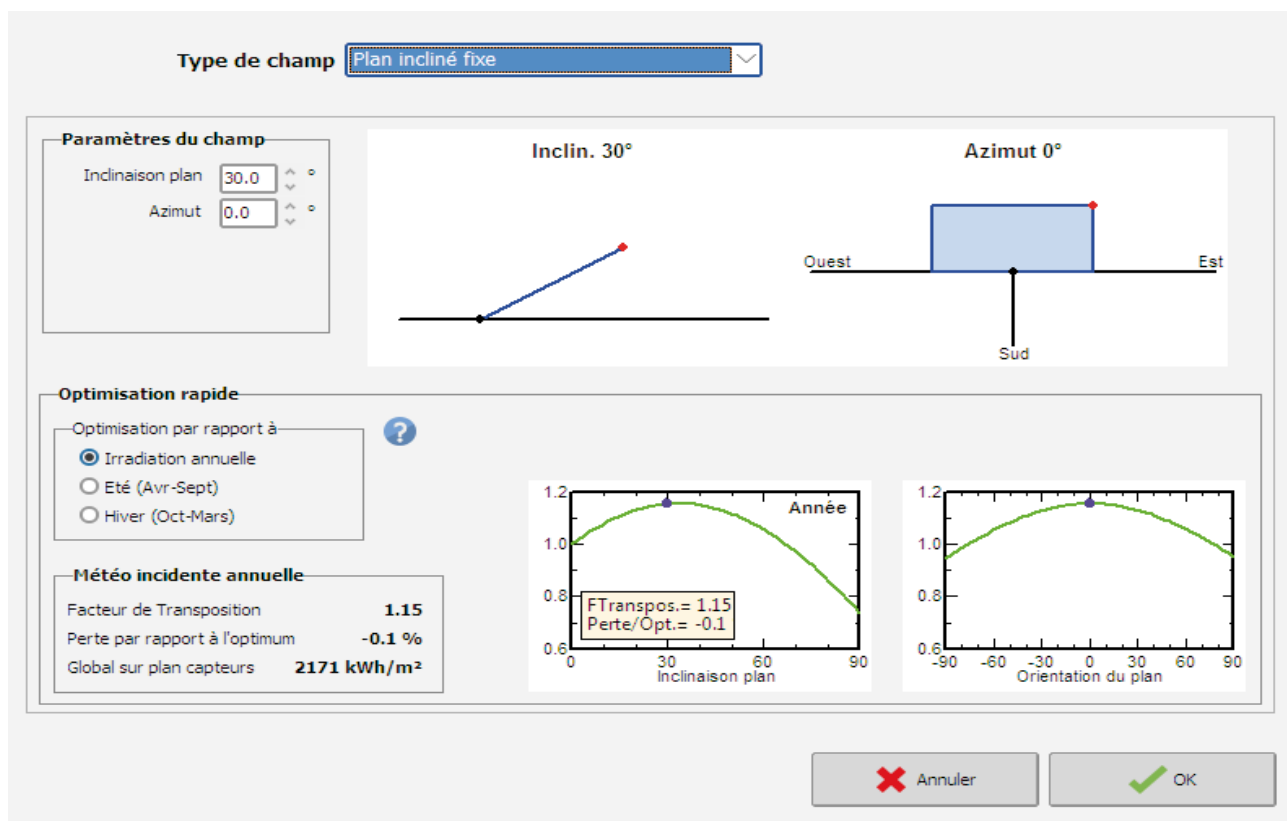


Figure IV.1.6. : Positionnement des systèmes de panneaux PV.

➤ Répartition d'un champ

Les paramètres de dimensionnement du champ PV pour une puissance limitée de 300 kWh sont résumés dans le tableau ci-dessous :



Variante: SITE

PVsyst V7.2.14

VCO, Simulé le :
19/06/22 01:12
avec v7.2.14

Résumé du projet

Site géographique	Situation	Paramètres du projet
Zahana Ahmed	Latitude 35.93 °N	Albédo 0.20
Algérie	Longitude 0.11 °E	
	Altitude 153 m	
	Fus. horaire UTC	
Données météo		
Zahana Ahmed		
Meteonorm 8.0 (1996-2010), Sat=100 % - Synthétique		

Résumé du système

Système isolé	Système isolé avec batteries
Orientation plan capteurs	Besoins de l'utilisateur
Plan fixe	Consomm. domestique
Inclinaison/Azimut 35 / 0 °	Constants sur l'année
	Moyenne 146 kWh/Jour
Information système	Pack de batteries
Champ PV	Technologie Lithium-ion, LFP
Nombre de modules 126 unités	Nombre d'unités 149 unités
Prom total 39.7 kWc	Tension 26 V
	Capacité 26820 Ah

Résumé des résultats

Energie disponible 65701 kWh/an	Productible 1655 kWh/kWc/an	Indice perf. PR 66.24 %
Energie utilisée 52682 kWh/an		Fraction solaire (SF) 98.68 %

Table des matières

Résumé du projet et des résultats	2
Paramètres généraux, Caractéristiques du champ de capteurs, Pertes système	3
Besoins de l'utilisateur	4
Résultats principaux	5
Diagramme des pertes	6
Graphiques spéciaux	7

Tableau IV.1.4 : Paramètres de simulation d'une centrale PV (technologie silicium monocristallin)

VCO, Simulé le :
19/06/22 01:12
avec v7.2.14

Paramètres généraux			
Système isolé		Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs		Configuration des sheds	Modèles utilisés
Orientation		Pas de scène 3D	Transposition Perez
Plan fixe			Diffus Perez, Meteorom
Inclinaison/Azimut	35 / 0 °		Circonsolaire séparément
Besoins de l'utilisateur			
Consomm. domestique			
Constants sur l'année			
Moyenne	146 kWh/Jour		

Caractéristiques du champ de capteurs			
Module PV		Batterie	
Fabricant	Generic	Fabricant	Generic
Modèle	ET-P672_315WWCO Maxim	Modèle	Battery module LI-Ion, 26V 180 Ah
(Base de données PVsyst originale)			
Puissance unitaire	315 Wc	Technologie	Lithium-ion, LFP
Nombre de modules PV	126 unités	Nombre d'unités	149 en parallèle
Nominale (STC)	39.7 kWc	Décharge : min. SOC	10.0 %
Modules	9 Chaînes x 14 En série	Energie stockée	603.1 kWh
Caractéristiques du banc de batteries			
Aux cond. de fonct. (50°C)		Tension	26 V
Pmpp	35.6 kWc	Capacité nominale	26820 Ah (C10)
U _{mpp}	463 V	Température	Fixée 20 °C
I _{mpp}	77 A	Seuils de régulation batterie	
Régulateur		Seuils de commande selon Calcul SOC	
Régulateur universel		Charge	SOC = 0.96 / 0.80
Technologie	Convertisseur MPPT	Décharge	SOC = 0.10 / 0.35
Coeff. de temp.	-5.0 mV/°C/ém.		
Convertisseur			
Efficacité maxi et EUROS	97.0 / 95.0 %		
Puissance PV totale			
Nominale (STC)	40 kWc		
Total	126 modules		
Surface modules	244 m²		
Surface cellule	221 m²		

Pertes champ			
Fact. de pertes thermiques		Pertes câblage DC	
Température modules selon l'irradiance		Rés. globale champ	100 mΩ
Uc (const)	20.0 W/m²K	Frac. pertes	1.5 % aux STC
Uv (vent)	0.0 W/m²K/m/s	Perte diode série	
Perte de qualité module		Chute de tension	
Frac. pertes	-0.8 %	0.7 V	
Pertes de mismatch modules		Frac. pertes	
Frac. pertes	2.0 % au MPP	0.1 % aux STC	
Perte de "mismatch" strings		Frac. pertes	
Frac. pertes		0.1 %	
Facteur de perte IAM			
Paramétris. ASHRAE : IAM = 1 - bo(1/cos(i) - 1)			
Param. bo	0.05		

➤ Comme illustré sur le tableau :

- l'angle d'inclinaison est de 35 °c
 - Le champ photovoltaïque est composé de 126 unités PV
 - le champ PV sera constitué de 126 modules PV répartis sur une Unité de surface de 244 m², et zone cellulaire 221 m², comme suit
 - ✓ 14 modules connectés en série
 - ✓ 9 modules connectés en parallèle
- Puissance globale de PV 40 KWc

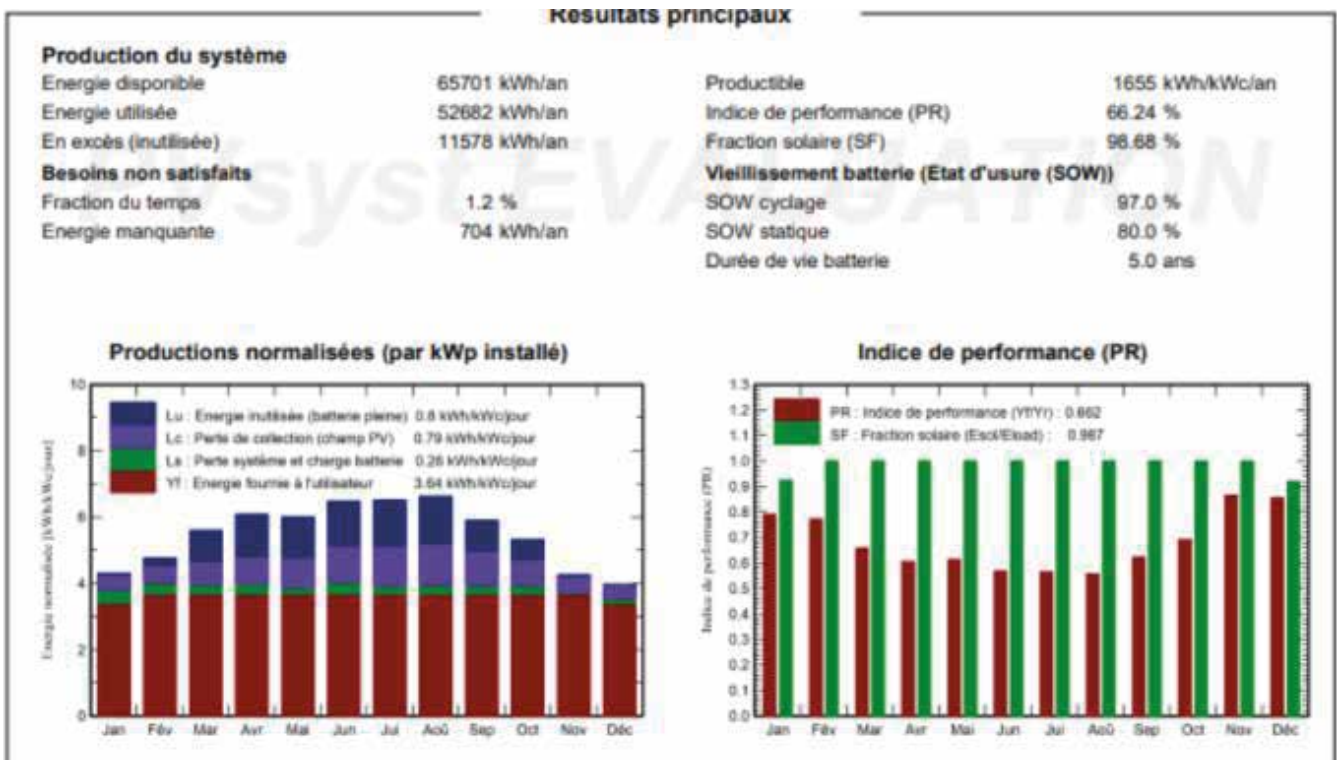


Figure IV.1.7 : Énergie utile produite par la centrale PV (à la centrale de l'onduleur). 300KWc

Cette figure est résumé les pertes influençant la production du systèmePV à savoir :

- Les pertes ohmiques du câblage,
- effets d'incidence,
- pertes dues à la température du champ,
- pertes dû à la qualité des modules,... etc.
 - ✓ Parmi celles-ci, nous remarquons que la contribution la plus importante est celle de l'onduleur, d'où l'importance de prendre en considération l'efficacité de l'onduleur.

La figure représente l'indice de performance qui est défini par le rapport de laproduction du système par l'énergie incidente de référence

Tableau IV.1.5 : Bilans et résultants principaux du site de MOSTAGANEM

	Glob hor Kwh/m ²	Glob Eff Kwh/m ²	E avail kwh	EUnused kwh	E Miss Kwh/m ²	E User Kwh	E_Load Kwh	Solf Rac Ratio
Janvier	81.6	130.8	4557	61	344.1	4190	4534	0.924
Février	96.8	130.9	4567	286	0	4095	4095	1
Mars	144.4	169.7	5846	1152	0	4534	4534	1
Avril	173.5	177.7	6069	1524	0	4388	4388	1
Mai	196.6	180.5	6090	1521	0	4534	4534	1
Juin	215.8	188.3	6220	1610	0	4388	4388	1
Juillet	218.4	196.1	6357	1713	0	4534	4534	1
Aout	201.4	200.0	6443	1762	0	4534	4534	1
Septembre	153.9	173.0	5654	1140	0	4388	4388	1
Octobre	122.6	161.6	5396	746	0	4534	4534	1
Novembre	84.1	125.1	4319	62	0	4388	4388	1
Décembre	72.8	120.6	4182	0	360.3	4174	4534	0.921
Année	1761.9	1954.4	65701	11578	704.4	52682	53386	0.987

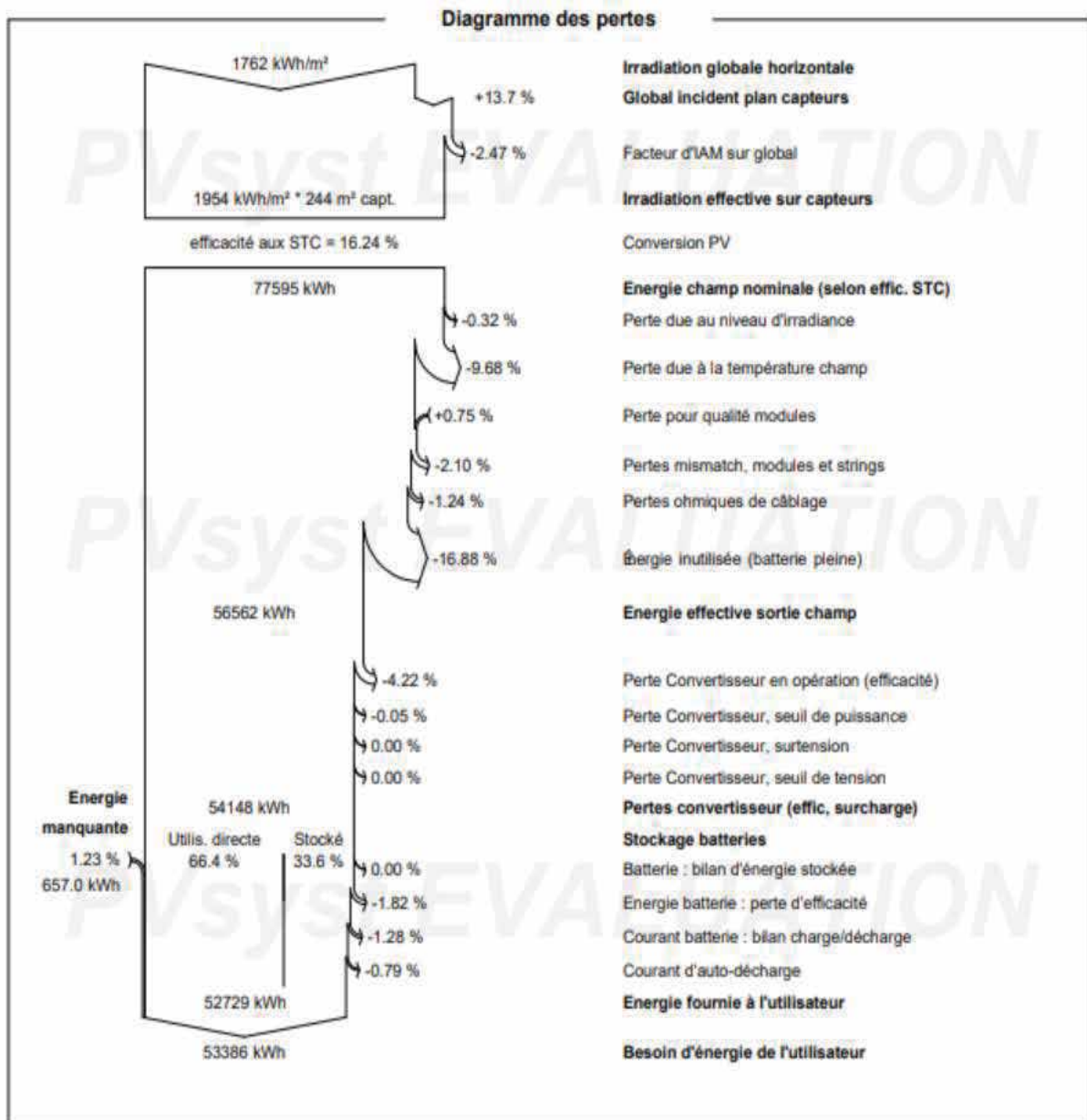
Dans le tableau On voit bien que l'énergie produite par le champ Photovoltaïque tableau (III.2.1) est proportionnel aux valeurs d'énergie incidente (Globinc).la Production de système (à la sortie de l'onduleur) est représentée sur la figure (III.2.9). Les pertes Lc et Ls sont respectivement les pertes correspondantes au champ PV est due à l'onduleur.

Légende :

Glob Hor : Irradiation globale horizontale
 Glob Eff : Global <effectif>, corr, pour IAM et ombrage
 E Avail énergie solaire disponible
 EUnused : énergie inutilisé (batterie pleine)
 E_Miss : énergie manquante
 E_User : énergie fournie à l'utilisateur
 E_Load : besoin de l'énergie
 Solf Rac : fraction solaire (Eutile/Ebesoin).

D'après résultat (tableau III.3) on voit bien que l'énergie produite par le champ Photovoltaïque (E array illustré tableau III.2) est proportionnelle aux valeurs d'énergie incident (Glob inc). La production de système (à la sortie de l'onduleur) est représenté sur la figure (III.2.9).Les pertes Lc et Ls sont les pertes correspondante au champ PV et due à l'onduleur, respectivement.

Tableau IV.1.6 : Diagramme des pertes



On déterminera ici les pertes du système :

- Les pertes thermiques,
- Dues notamment à la température du module,
- Les pertes ohmiques dues à la résistance des câbles,
- Les pertes dues aux incertitudes et aux erreurs et enfin
- Les pertes dues à la vitre de protection du module.

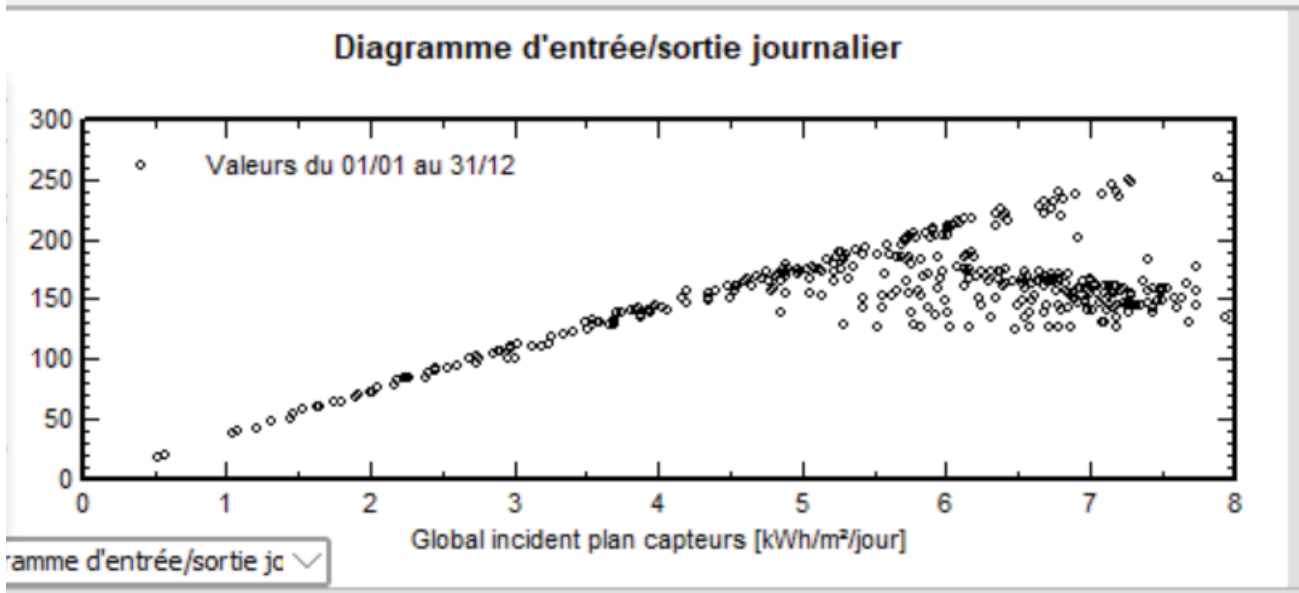


Figure IV.1.8 : Diagramme journalier d'Entrée/Sortie du système PV.

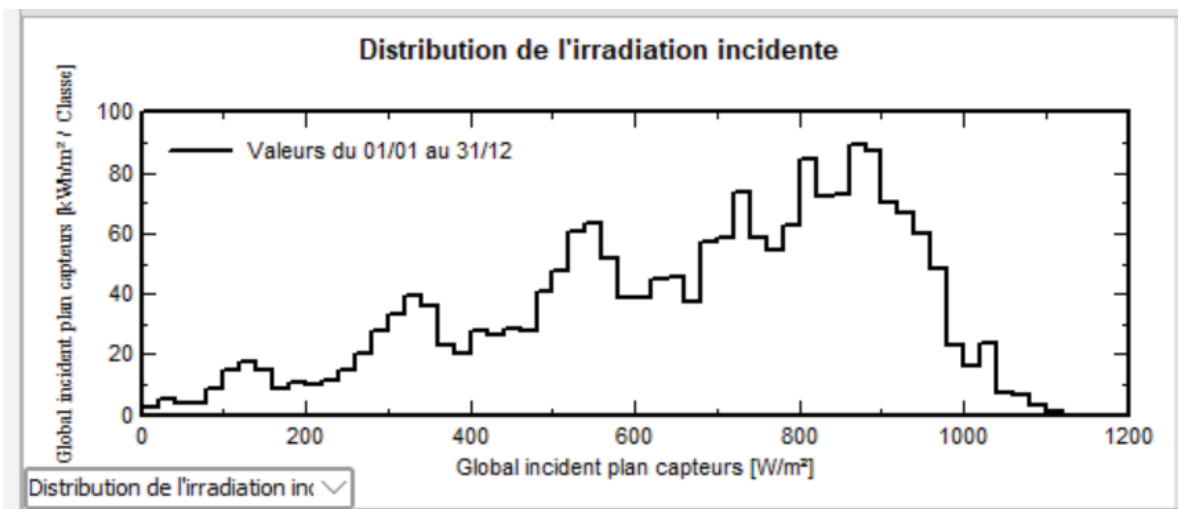


Figure IV.1.9 : Distribution annuelle de l'irradiante incidente.

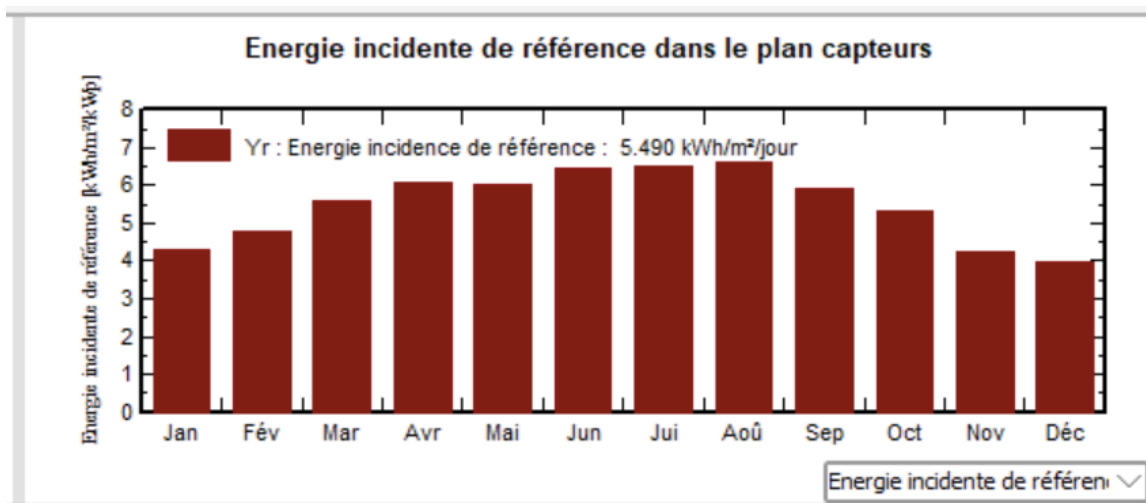


Figure IV.1.10 : Énergie incidente de référence sur le plan des panneaux

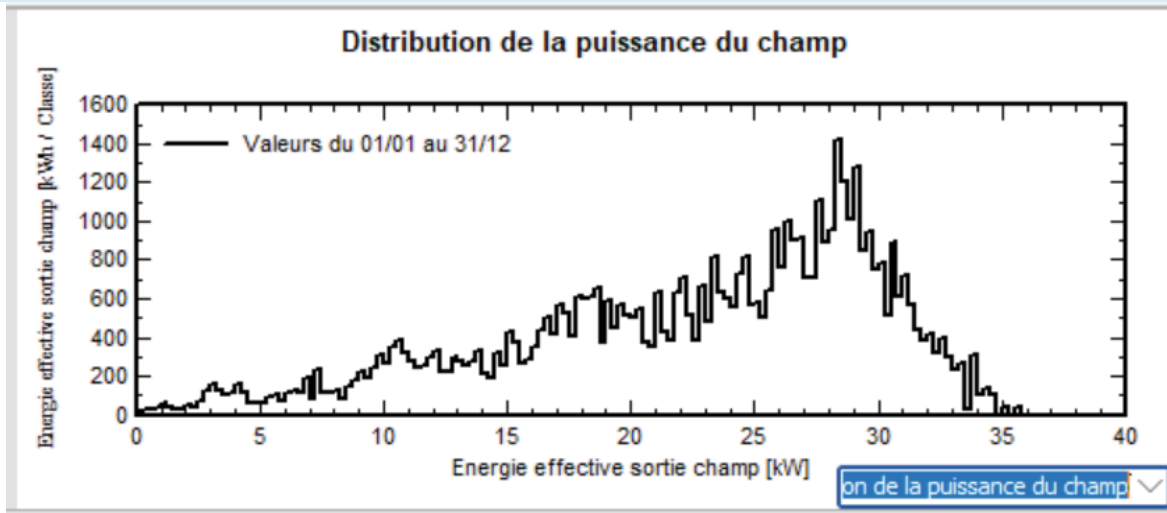


Figure IV.1.11 : Distribution annuelle de la puissance en sortie du champ PV.

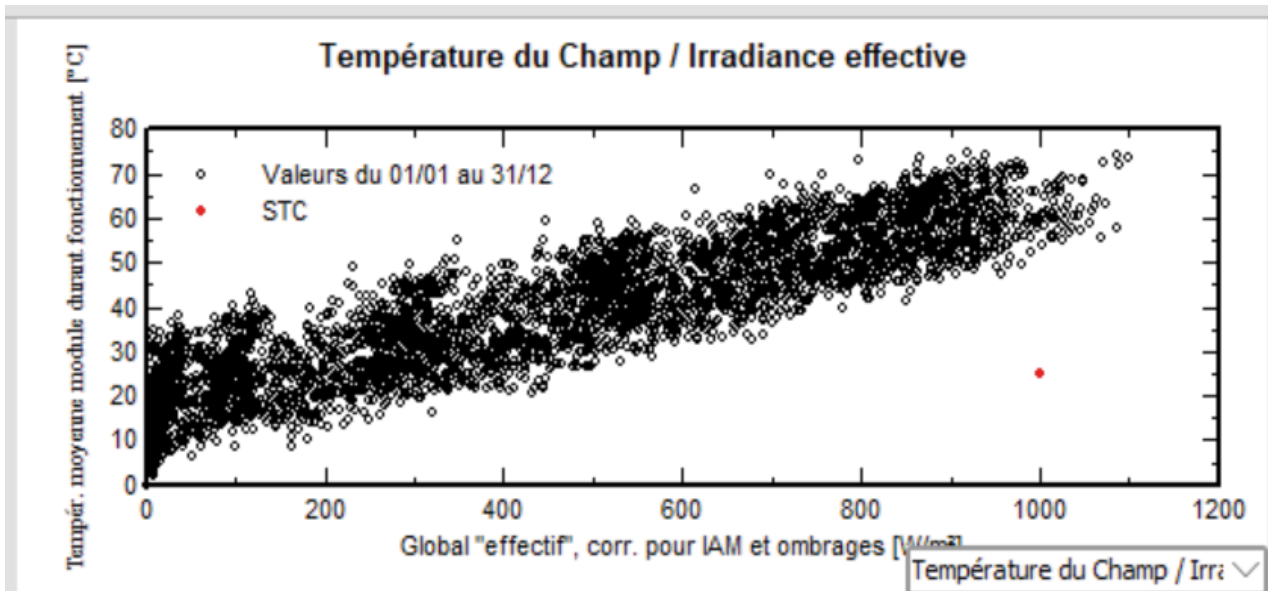


Figure. IV.1.12 : Diagramme journalier d'Entrée/Sortie du système PV.

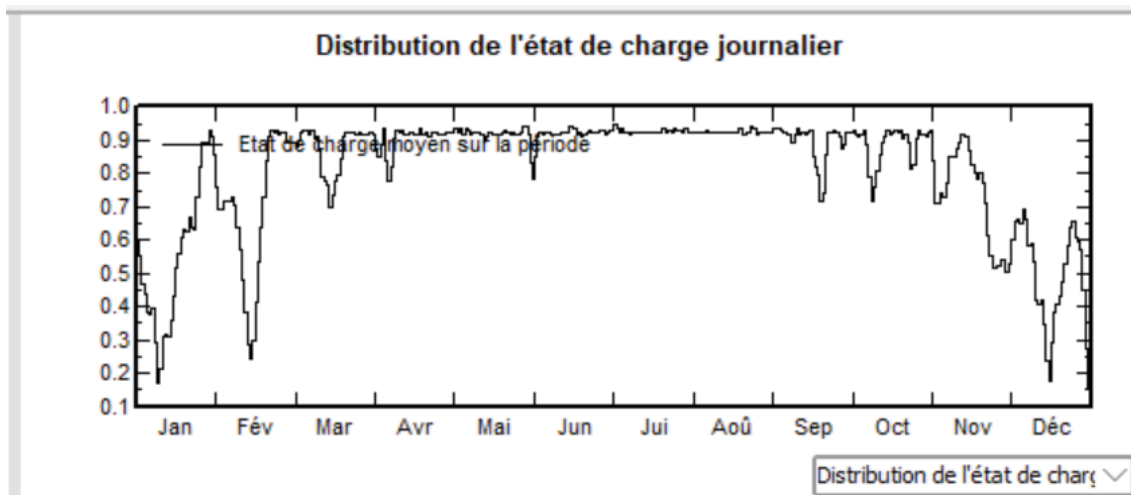


Figure IV.1.13 : Distribution de l'état de charge

IV.2.Simulation MATLAB

IV.2.1. Introduction

Du point de vue source d'énergie, pour GPV, la production de puissance varie fortement En fonctionnement de l'éclairement, de la température et la nature de la charge connecté, chaque charge a son propre comportement. En outre, souvent la variation du comportement de la charge varie brutalement en fonction de la fonction de la consommation. Dans ce chapitre en étude et simulé le panneau, hacheur et le moteur (MCC).

IV.2.2. Étude du panneau

La cellule solaire ou cellule photovoltaïque est un composant électronique et précisément un convertisseur qui permet la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. Elle est fabriquée à partir de matériaux appelés semi-conducteurs qui sont capables de conduire l'électricité ou de la transporter .Cette dernière exposé à la lumière (photons), génère une tension électrique (l'effet photovoltaïque).

IV.2.3. Model du panneau

Le modèle à quatre paramètres est un modèle largement utilisé ; il a été étudié par Townsend et Beckmann. Ce modèle traite la cellule photovoltaïque comme une source de courant, dépendante de l'éclairement, connectée en parallèle avec une diode et en série avec une résistance série R_s .

Les quatre paramètres apparaissant dans l'équation de la caractéristique $I(V)$ sont : le courant photonique I_{ph} , la résistance série R_s , et deux caractéristiques de la diode I et G . Ces paramètres ne sont pas des quantités mesurables et ne sont pas généralement inclus dans les données des fabricants. Par conséquent, ils doivent être déterminés à partir des systèmes des équations $I(V)$ pour différents points de fonctionnement

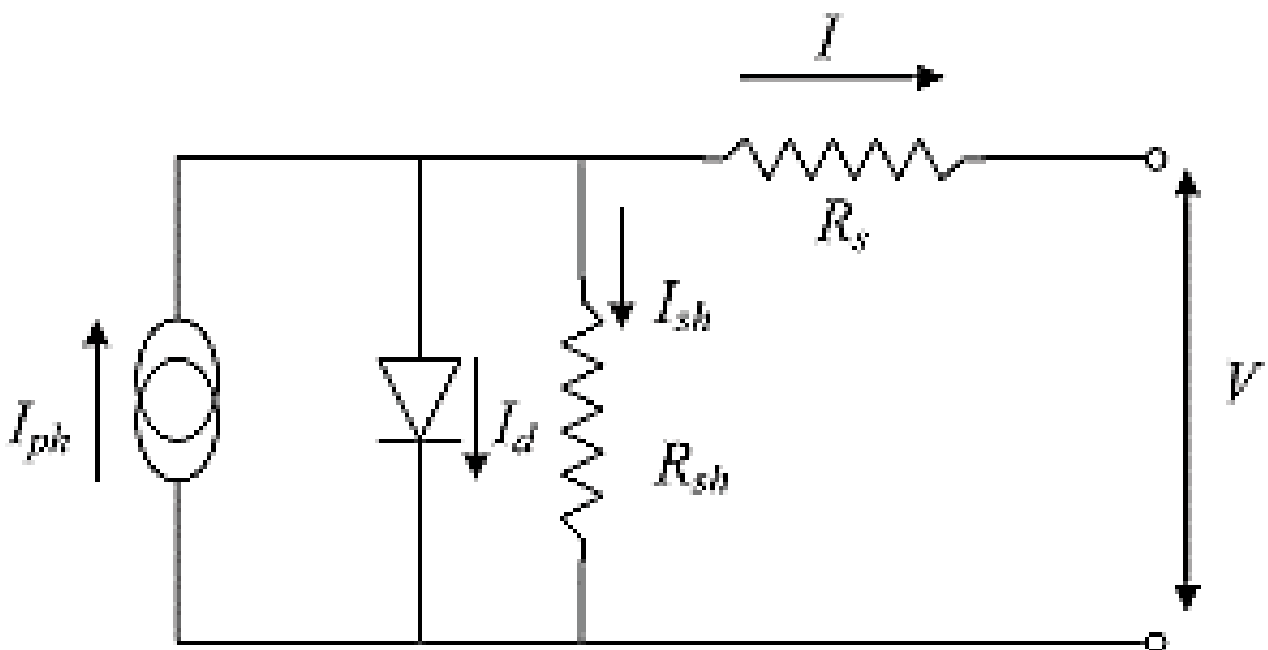


Figure IV.2.1 : Modèle équivalent de la cellule photovoltaïque idéale

IV.2.4 Simulation d'un panneau

Les caractéristiques $I=f(V)$ et $P=f(V)$ de la cellule solaire ou du générateur Photovoltaïque, sont très importantes. Elles peuvent être mesurées, ou reproduites par des modèles mathématiques ou électriques représentatifs, en utilisant des logiciels de simulation. Cependant, dans notre étude, On a utilisé l'environnement MATLAB/Simulink.

Les simulations effectuées dans cette partie sont basées sur les données du constructeur du module de Soltech (1S TH-215-P)

Les données utiles dans les conditions standards sont consignées dans le tableau :

Tableau IV.2.1 : Paramètres de module de Soltech (1S TH-215-P)

Les paramètres de module	Les valeurs
Tension de circuit ouvert V_{C0}	36.3V
Courant de court-circuit I_{CC}	7.84A
Tension de puissance maximale V_{mp}	29V
Courant de puissance maximale I_{mp}	7.35A
Puissance maximale P_{MAX}	213.15W
Nombre de cellule en série par modules N_s	14
Nombre de rangées en parallèle N_p	9
Coefficient de température K_T	0.36099

IV.2.5 Les Hacheurs :

Le hacheur est un convertisseur continue/continue qui permet de régler le transfert d'énergie d'une source continue vers la charge avec un rendement élevé. Selon la structure, il peut être abaisseur ou élévateur de tension et, dans certaines conditions, renvoyer de l'énergie à l'alimentation. Il est utilisé dans les alimentations et pour le pilotage des moteurs.

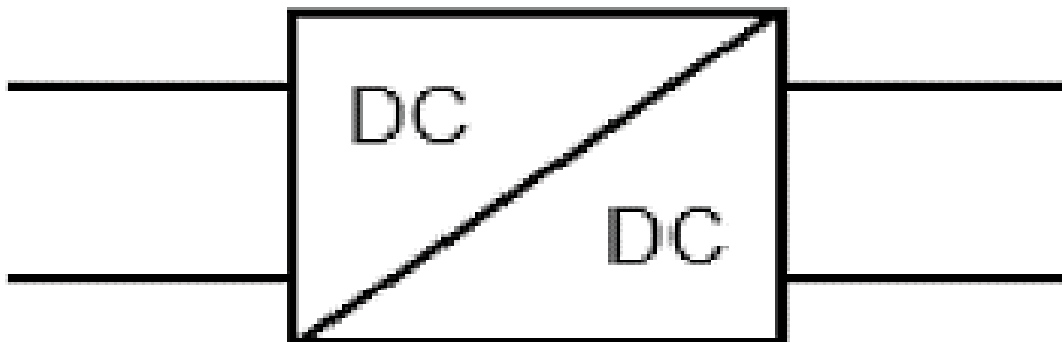


Figure IV.2.9 : Symbole d'un convertisseur DC-DC.

IV.2.5.1 Type des hacheurs :

Nous traitons dans cette partie des convertisseurs unidirectionnels en courant et en tension. Cela implique que la fluence d'énergie ne peut se faire, au sein du convertisseur, que dans un seul sens. Cela revient également à considérer

- des sources de tension non réversibles, unidirectionnelles en courant.
- des sources de courant non réversibles, unidirectionnelles en tension.

Cela conduit à l'étude des convertisseurs DC-DC les plus simples qui puissent être.

Dans ce cadre, on distingue trois familles de convertisseurs statiques (ou hacheurs).

- Hacheur abaisseur (ou buck),
- Hacheur élévateur (ou boost),
- Hacheur abaisseur-élévateur (buck-boost).

IV.2.5.2 Étude de convertisseur DC-DC :

Un hacheur est un convertisseur continu-continu qui doit permettre le réglage du transfert d'énergie entre une source continue et une charge. Cette source et cette charge peuvent être soit de nature capacitive (source de tension), soit de nature inductive (source de courant). Il en découle quatre types de hacheurs :

Les hacheurs directs qui associent deux sources de nature différentes :

- Le hacheur série, baptisé aussi Buck, Down ou hacheur dévolteur,
- Le hacheur parallèle, Boost, Up ou survolteur, Les hacheurs à accumulation qui associent deux sources de même nature :
- Le hacheur à stockage inductif baptisé aussi Buck-boost ou Up-down,
- Le hacheur à stockage capacitif ou hacheur de « Cuk ».

IV.2.5.3 Hacheur boost :

L'interrupteur TP est fermé pendant le temps αT . L'énergie est stockée dans la bobine L, la diode D est bloquée. Le blocage de TP entraîne la décharge de l'inductance F dans la charge R. Cette décharge n'est possible que pour $V_s > V_e$. La condition $V_L \text{ moyen} = 0$ en régime permanent impose $V_e = V_T \text{ moyen}$.

Donc :

Pour α compris entre 0 et 1, la tension de sortie est toujours supérieure à V_e , le montage est élévateur de tension (survolteur).

Le schéma de principe du hacheur survolteur est montré dans la figure suivante, Il est utilisé Premièrement pour adopté le niveau de tension et deuxièmement pour faire fonctionner le générateur

Photovoltaïque au point de puissance maximale.

Son application typique est de convertir sa tension d'entrée en une tension de sortie supérieure

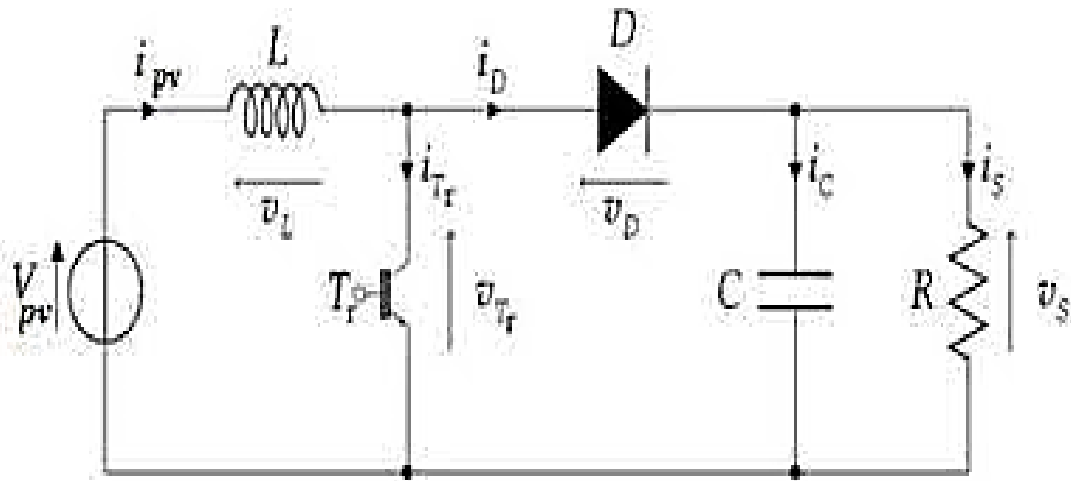


Figure IV.2.10 : Schéma électrique d'un hacheur boost

Fonctionnement :

Quand l'interrupteur est fermé pendant la durée, le courant dans l'inductance croît linéairement. La tension aux bornes de K est nulle. Pendant le temps, l'interrupteur s'ouvre et l'énergie emmagasinée dans l'inductance commande la circulation du courant dans la diode de roue libre D. En écrivant que la tension aux bornes de l'inductance est nulle, on arrive à $V_0(1-\alpha)=v_i$

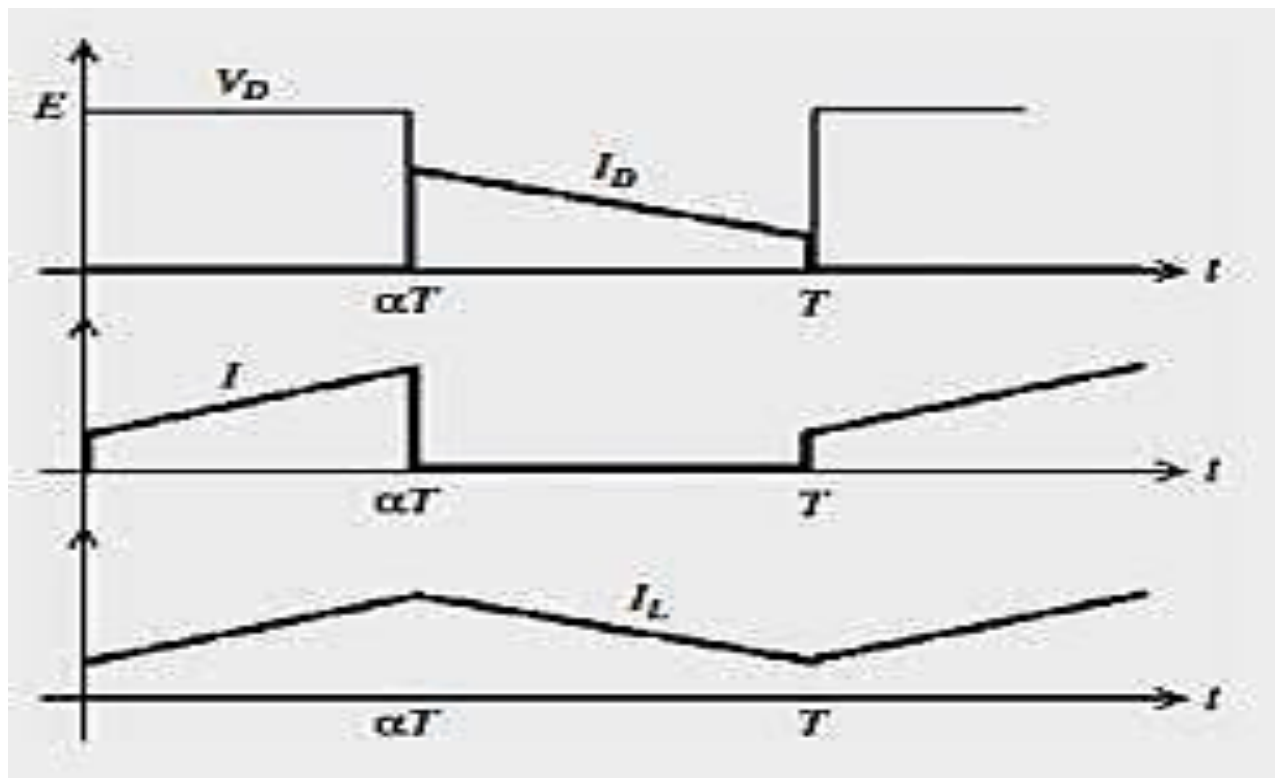


Figure IV.2.11 : Chronogrammes de courant et tension d'un hacheur boost.

La modélisation de ce convertisseur passe par l'analyse des différentes séquences de fonctionnement que nous supposons de durées fixées par la commande S. Il apparaît deux séquences de fonctionnement selon l'état de l'interrupteur TP, que nous pouvons représenter chacune par une équation différentielle.

tension du modèle PV	36,3V
Modules connectés en série par chaîne	16 Module
entrée du convertisseur élévateur	1000V
fréquence du générateur d'impulsions	10 KHz

$$V_e = 36,3 \times 16 = 580,8V$$

$$V_s = 1000V$$

$$\text{Largeur d'impulsion ou rapport cyclique (d)} = 1 - (V_e/V_s)$$

$$D = 1 - (580,8/1000) = 0,42$$

IV.2.6. Schéma de simulation

- Schéma du montage d'un GPV avec le MATLAB SIMULINK

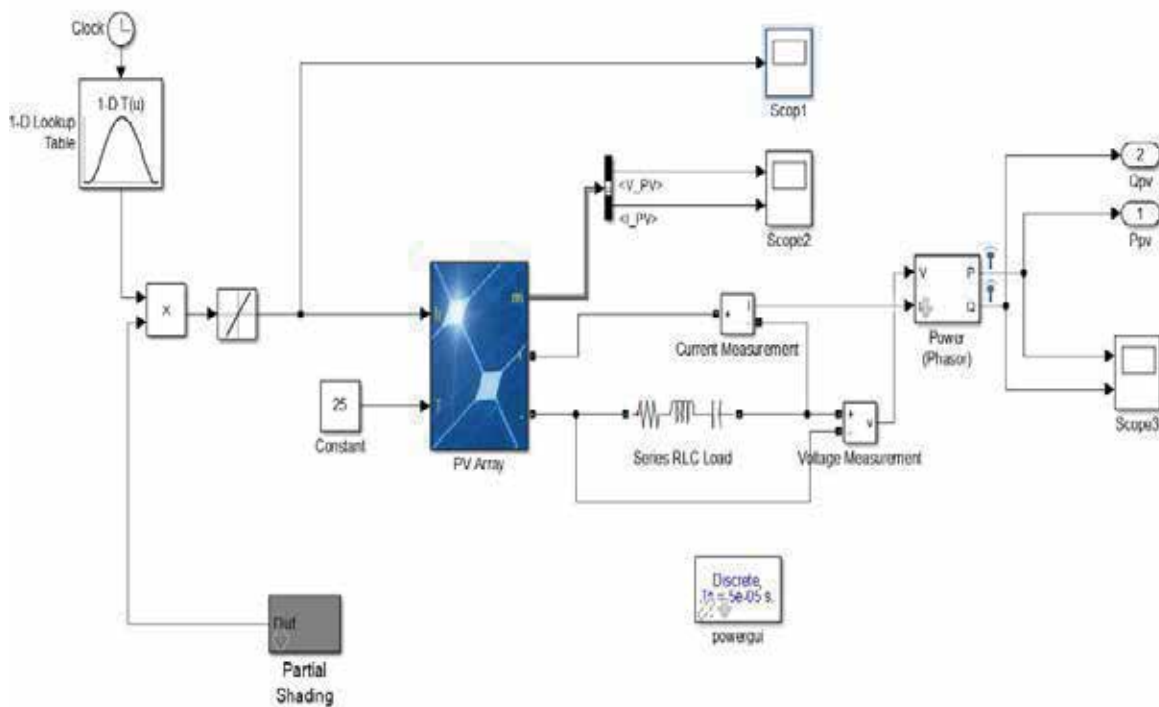


Figure IV.2.2 : schéma de montage pour la simulation d'un GPV

IV.2.6.1 Résultat de simulation :

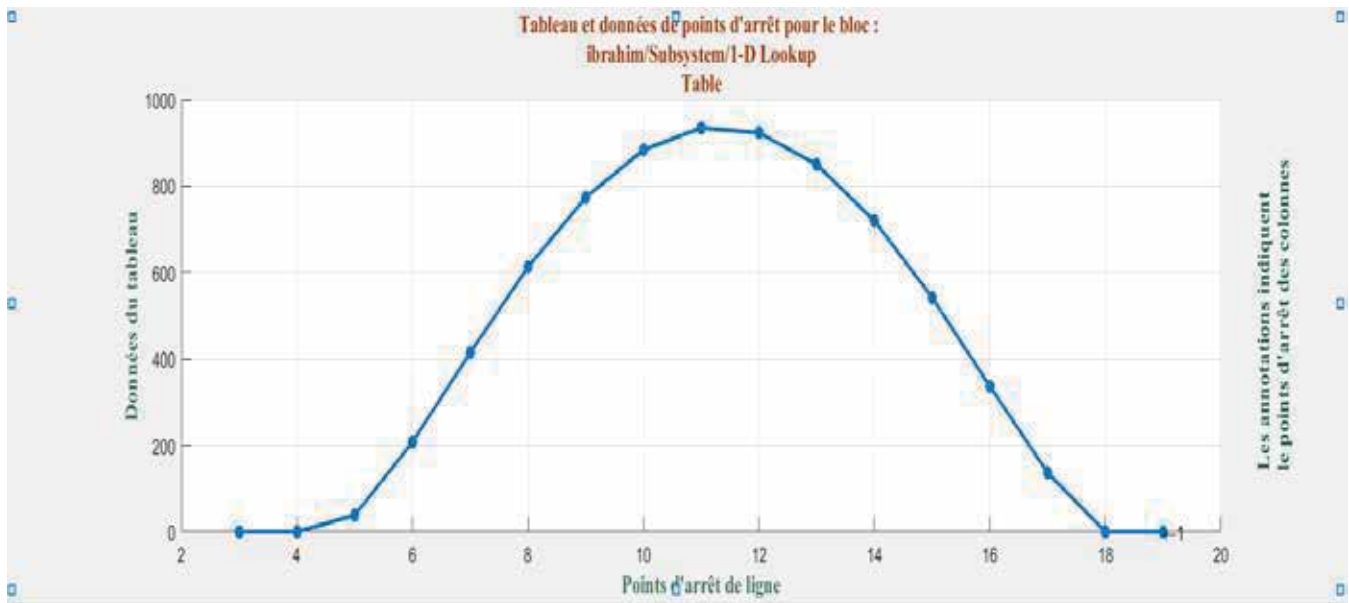


Figure IV.2.3 : Ensoleillement Direct, Diffus et Global à l'August MOSTAGANEM

IV.2.7. Influence des différents paramètres :

IV.2.7.1 Influence de l'éclairement

En faisant varier l'éclairement entre 40 w/m² et 1000 w/m² avec un pas de 200, la caractéristique I=f(v) et P=f(v) est donnée par les figures (IV.2.4).

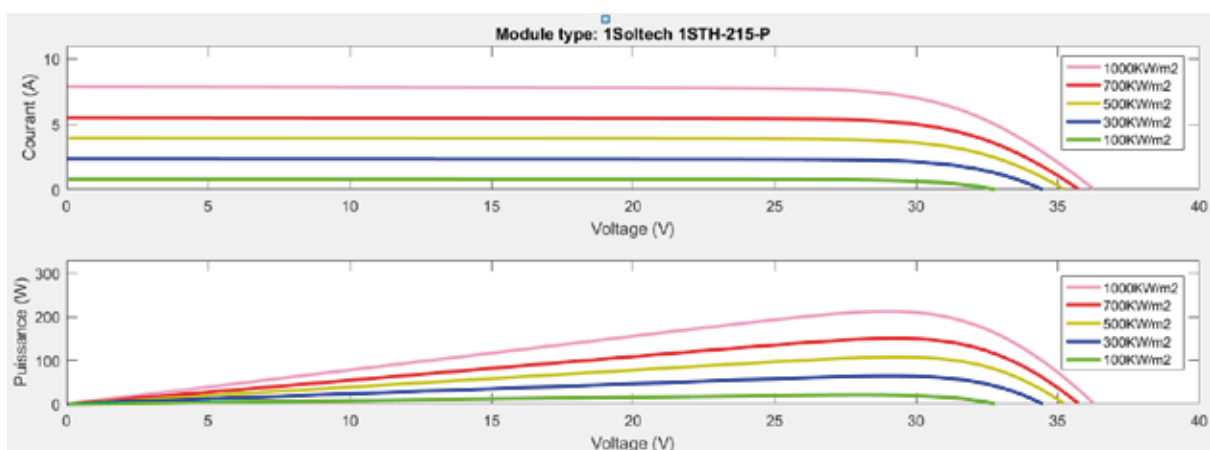


Figure IV.2.4 : caractéristique I=f(v) et P=f(v)

On remarque que la valeur du courant de court-circuit est directement Proportionnelle à l'intensité du rayonnement. Par contre, la tension en circuit Ouvert ne varie pas dans les mêmes proportions, elle reste quasiment identique Même à faible éclairement

IV.2.7.2 Influence de la température :

Pour voir l'influence de la température on fixe l'éclairement à 1000 [W/m²] et on varie les valeurs de Température [10°C, 25°C, 35°C et 45°C, 55°C].

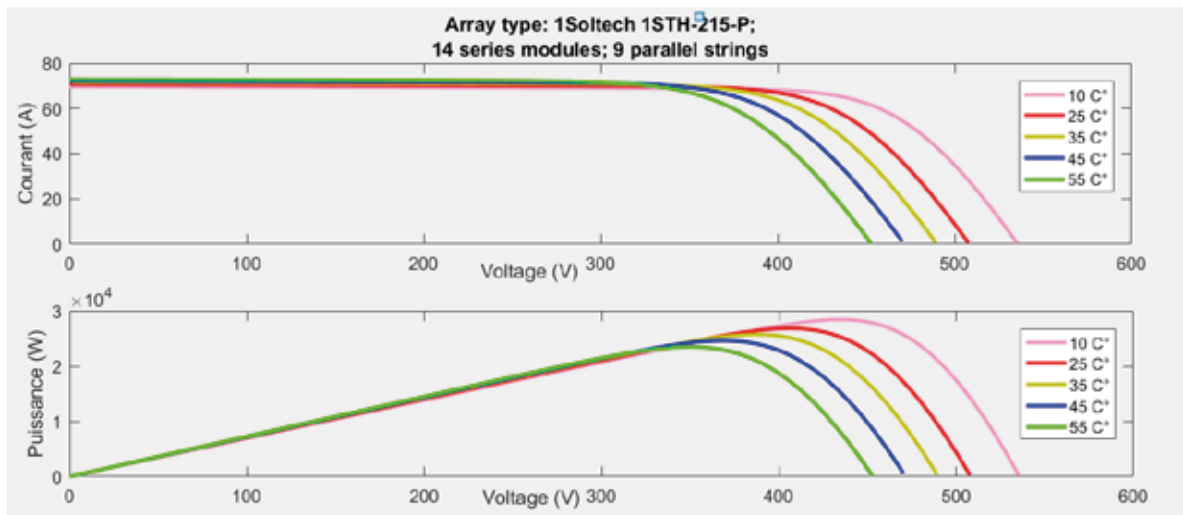


Figure IV.2.5 caractéristique $I=f(v)$ et $P=f(v)$

On remarque que la température a une influence négligeable sur la valeur du courant de court-circuit. Par contre, la tension en circuit ouvert baisse assez fortement lorsque la température augmente, par conséquent la puissance extractible diminue.

Resultat :

IV.2.7.3 Les graphes de puissance:

➤ Scope 1

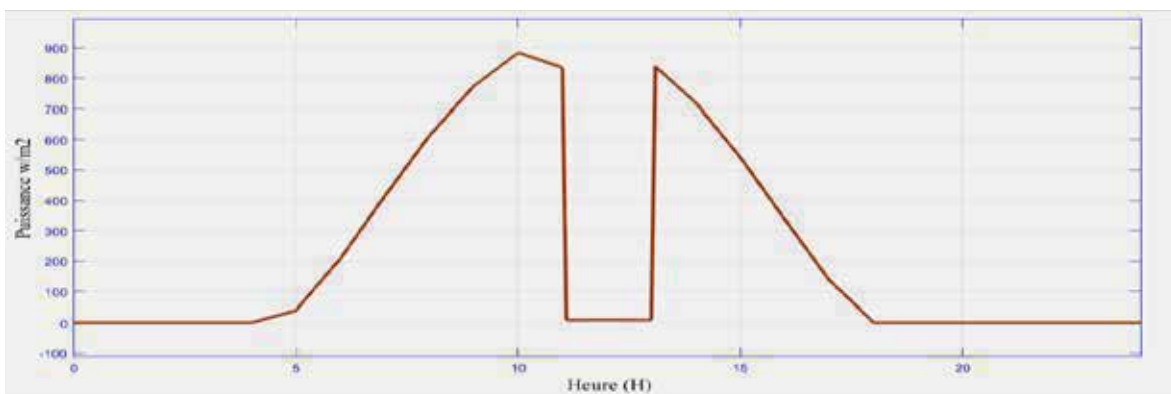


Figure IV.2.6 : Puissance du générateur photovoltaïque W/m².

➤ Scope 2

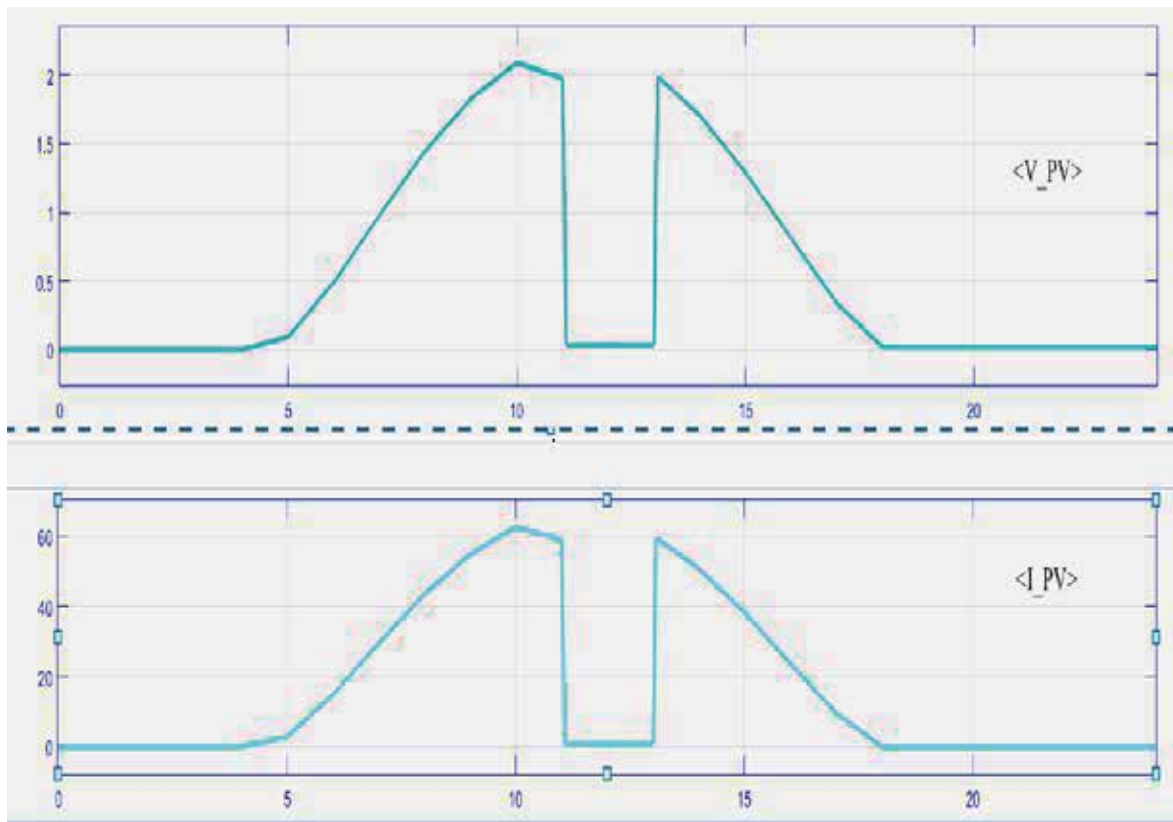


Figure IV.2.7 : caractéristique V-PV et I-PV

➤ Scope 3

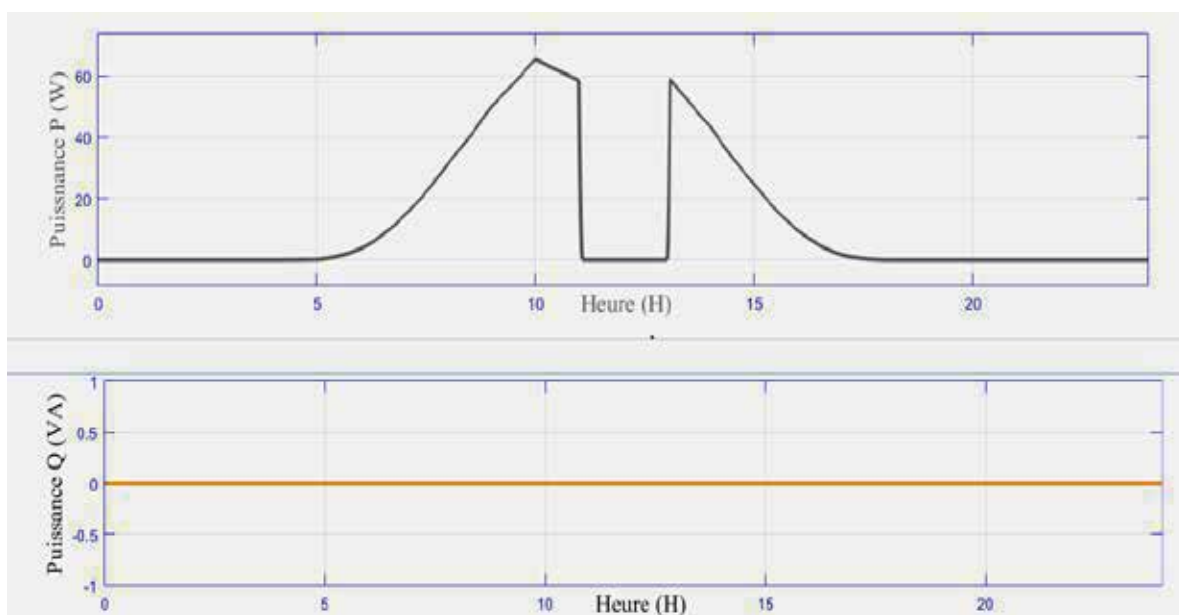


Figure IV.2.8 : caractéristique P et Q

IV.2.8 Simulation d'un hacheur :

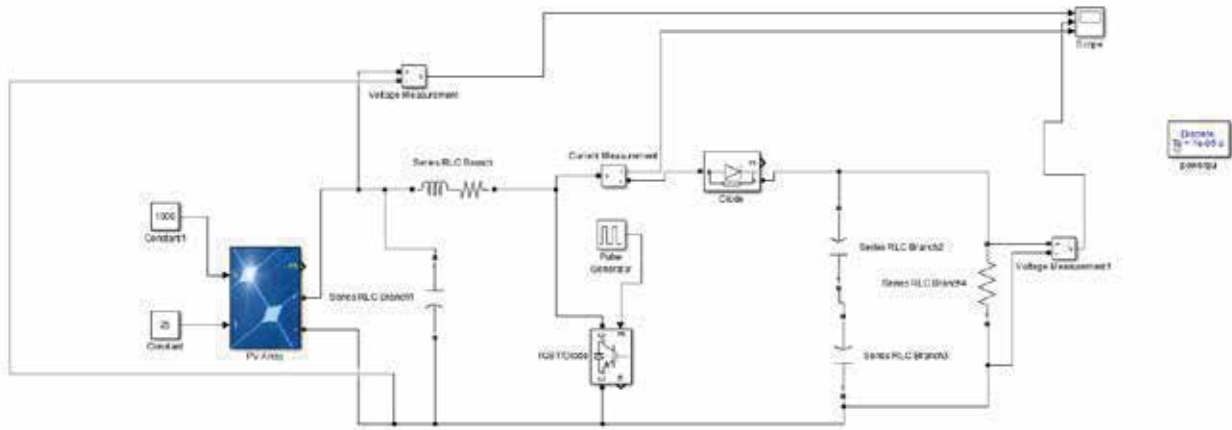


Figure IV.2.12 : simulation d'un panneau avec un hacheur boost

Résultat :

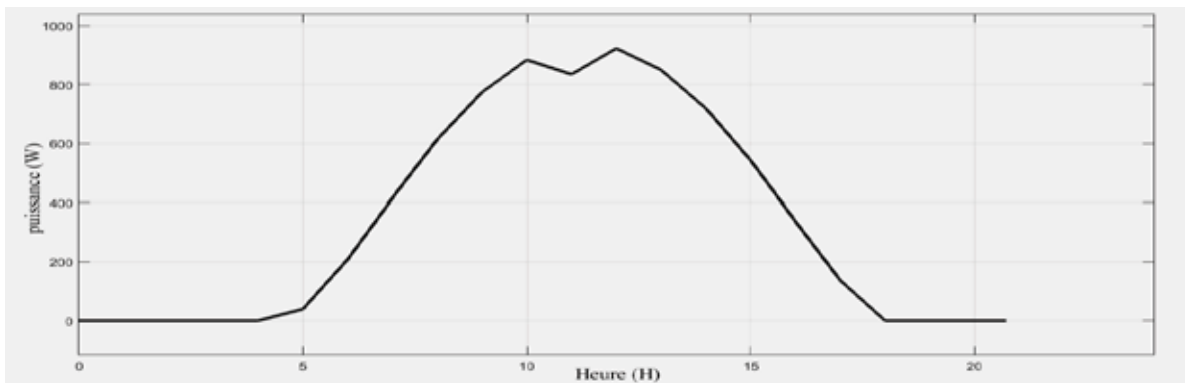


Figure IV.2.13 : La puissance de module photovoltaïque $P=F(t)$

Dans la figure (IV.2.13)

- On remarque que le générateur PV fonction en puissance maximale

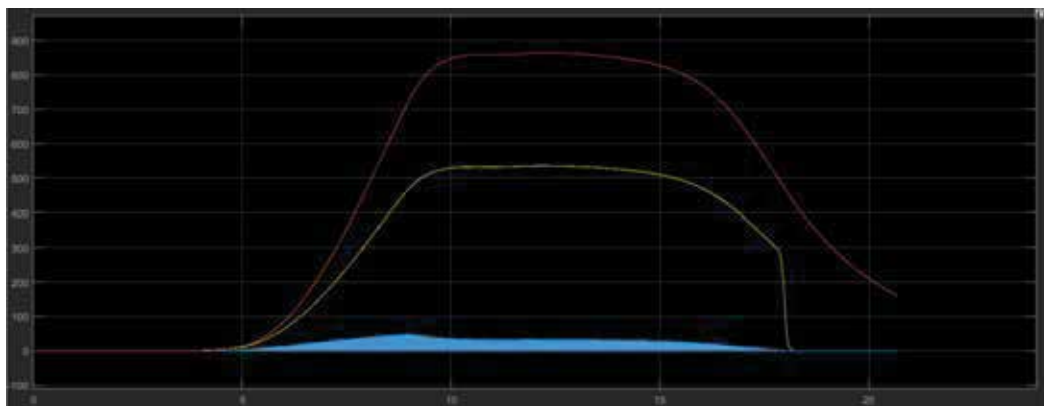


Figure IV.2.14 : Caractéristique $V=f(t)$ du générateur photovoltaïque

On constate que la tension de sortie est 1000V après l'alimentation de notre hacheur par une tension de 581V, On dit alors que notre convertisseur se soulève (boost) avec un rapport cyclique supérieur à 50%.

IV.2.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu déterminer le nombre de panneaux pouvant être installés Le bâtiment DECANAT se caractérise par les différents éléments qui le composent système photovoltaïque. L'utilisation de différents logiciels est importante.

Ensuite, dans ce chapitre, nous avons introduit une caractéristique électrique de base des cellules PV ainsi que des GPV (Générateur Photovoltaïque) et des circuits équivalents ont été décrits. Nous avons vu que les cellules photovoltaïques ont des caractéristiques non linéaires $I=f(V)$.

Nous avons déjà vu l'effet du changement climatique sur les caractéristiques dans Matlab ($I(V)$ et $P(V)$) cellules PV.

C'est pourquoi, dans ce chapitre, nous détaillons l'étude théorique des convertisseurs DC-DC.

La relation entre le canal dérivé obtenu par conduction continue "boostée"

Les paramètres nécessaires au convertisseur, nous décrivons également la méthode de dimensionnement du hacheur boost et Simulation de ce convertisseur.

Recommandation

V : Recommandation :

L'économie d'énergie correspond à une réduction de la consommation d'énergie. Dans les bâtiments, l'économie d'énergie dépend du type d'énergie utilisée, plus ou moins chère ou gratuite, comme l'énergie solaire, le niveau d'isolation, la qualité des équipements thermiques internes, l'utilisation prudente et les économies pour l'utilisateur.

Pour tirer le meilleur parti de votre maison avec des panneaux solaires, vous devez savoir comment économiser de l'énergie. Par exemple

- Choisissez des appareils avec des étiquettes énergétiques
- Utilisez des ampoules énergétiques

	Appareils	Nombre de Charges	Puissance nominale (W)	Heure d'utilisation (H)	Énergie (Wh/jour)
Les bureaux	Lampes +LED	40	12	8	3840
	Ordinateur+ TV	20	60	8	9600
	Imprimante	13	45	2	1170
	Climatiseur	15	800	6	72000
	Standard	1	3000	30 min	1500
	Photocopie	9	45	2	810
	Réfrigérateur	2	80	24	3840
	onduleur	6	350	10 min	350
					93110

Tableau V.1 : recommandation

	Besoins journaliers (Bj)	Besoins Hebdomadaire (Bh)	Besoins mensuels (Bm)	Besoins annuels (Ba)
Besoins en énergie (KWh)	93.110 KWh	651.770 KWh	2607.080 KWH	31284.960 KWH

Tableau V.2 : énergie total consomme dans les différents périodes

Nombre de panneau solaire Nb

$$Nb = c / \text{puissance de panneau}$$

$$= 31284.960 / 320$$

$$= 98$$

Nb = 98 panneaux

Nombre de batterie

Le nombre de batterie est déterminé par la formule suivante

$$\text{Nombre de batterie} = c / \text{capacité de batterie}$$

$$\text{Nombre de batterie} = (93.110 * 3) / (24 * 250 * 0.8)$$

$$= 59$$

Puis on obtient donc 59 batteries pour produit énergie qu'on a besoin.

VI: Cahier des charges

VI.1 Présentation du Décanat

Notre métier est de mettre le système photovoltaïque dans le bâtiment Décanat
Faculté des sciences et techniques

VI.2 L'objectif

L'objectif est de déterminer la taille qui permet l'installation de panneaux photovoltaïques
Répondre aux besoins en énergie électrique du bâtiment du décanat.

Dans un premier temps nous avons fait un inventaire des différents appareils utilisés

VI.3 Description

Indiquer :

- Implantation des capteurs sur le bâtiment et relevé des masques potentiels.
- Modules : type, surface, puissance, nombre
- Générateur : surface et puissance.
- Onduleurs : Nombre, puissance, type d'architecture

Les appareils	Nombres	Puissance crête ou capacité Ah	Cout Prix unitaire
Modules Photovoltaïques (polycrystalline 72 cellules 315 wc)	127	315 watt crête	39745,16 Dinars
Batteries (Marque GEL Allemand) GEL-12v-250 AH	96	250 Ah	59000 Dinars
Onduleurs Simple de 5 KVA	3	7853 VA	7979,72 Dinars
Régulateur MPPT GSC-F12 24- 80 A	4	5183 watts	12736,87 Dinars
Câblages (Cuivres)	Longueur	Section	20000 Dinars
Total investissement en Dinars	/	/	139461 ,75

Tableau VI.1 : Cout des différents appareils

VI.4 Remarque :

Quand on ajoute un hacheur boost, ça va augmenter notre production d'électricité, ce qui va nous faire diminuer le nombre de panneaux solaire, Nous allons donc réduire le nombre d'appareils et leur prix.

VI.5 Le rôle des composants :

- Panneau solaire : est un dispositif solaire thermique, photovoltaïque, basé sur un capteur, conçu pour convertir le rayonnement solaire en chaleur ou en électricité.
- Régulateur de charge : utilisé pour contrôler la charge de la batterie et limiter la décharge. Sa fonctionnalité est essentielle car elle affecte directement la durée de vie de la batterie.
- Batteries : Les batteries solaires sont utilisées pour stocker l'énergie solaire en vue de sa réutilisation.
- Onduleur : convertit 12 V ou 24 V CC en 220 V CA.



Figure IV.2.15 : Présentation de l'installation photovoltaïque sur le site

Conclusion générale

En sommes, l'énergie photovoltaïque connaît un essor considérable dans le monde entier, possédant des sérieux atouts pour devenir une énergie majeure dans le futur.

Dans ce cadre, le but est d'alimenter décanat de faculté science et technologie Mostaganem par l'énergie photovoltaïque couplé avec réseau. Le présent travail est structuré en 04 chapitres,

Le premier chapitre nous a permis de connaître la généralité sur l'efficacité énergétique et l'économie d'énergie et nous vous parlé de la généralité de l'énergie solaire, l'étude théorique nous a aidés à entamer notre travail.

Le deuxième chapitre nous avons généralement parlé sur l'audit énergétique réglementaire, conformément à la directive européenne en vigueur. Ce diagnostic d'évaluer la performance énergétique des bâtiments. L'audit énergétique bâtiments suit une démarche précise, matérialisée dans un cahier des charges.

Dans le troisième chapitre, nous avons fait l'étude de calcul et dimensionnement afin de déterminer la puissance crête du champ photovoltaïque, Ainsi Pour permettre une alimentation permanente des récepteurs de charge, on a utilisées les batteries solaires.

Ensuite, En dernier chapitre nous avons appliqué une étude par simulation numérique de l'installation PV de puissance 315kw.

Le logiciel de simulation que nous avons utilisé PVSYST répond correctement aux choix des composants constituant notre installation, plusieurs résultats sont obtenus avec meilleures perspectives

Enfin, à long terme, nous proposons que notre recherche se fasse par le biais d'un projet pratique.

Une étude expérimentale est présentée pour aboutir à la réalisation de notre projet peut être connecté au réseau public.

Les sites web

Les sites web :

[1]: Site web <https://www.climamaison.com/lexique/efficacite-energetique.htm>

[2]: Site web: [//www.connaissancedesenergies.org](http://www.connaissancedesenergies.org) >.

[15] <https://terresolaire.com/comprendre-le-solaire/photovoltaïque/histoire-du-photovoltaïque/.3>
implantations en France : Vernon (Ouest) - Lyon (Sud Est) - Montpellier (Sud) © Terre Solaire
2020.

[18]. <https://www.vattenfall.fr/le-mag-energie/electricite/toutes-les-techniques-pour-produire-de-l-electricite>

[22] Monographie de Mostaganem, www.anvedet.org.dz/Mostaganem.pdf

[23]. LES ONDULEURS : COMMENT CHOISI SON ONDULEUR ‘ WWW.EUROP-COMPUTER.COM ‘

.....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[3] : TOUIL Abdessalam et MERGHACHE Souad, «AU SUJET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE-VERS DES BÂTIMENTS MOINS ÉNERGIVORES », Mémoire DE MASTER EN GENIE CIVIL, UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM 2016. [2] : Yves. Robillard, 2011

[4] : APRUE. 2007. Consommation Énergétique Finale de l'Algérie, Chiffres clés Année

[5] L'énergie primaire est l'énergie qui est disponible dans la nature avant toute transformation : le pétrole, le charbon, le gaz, l'uranium, mais aussi le vent ou le soleil. L'énergie finale est celle que l'on consomme sous forme d'électricité, de chaleur ou de transport.

[6] BOUBOU-BOUZIANI N, (Potential and development of renewable energies in Algeria); Communication Science & technology vol 19. July 2017 COST, pp. 123-125-126

[7] Gaillard, M. (2008). L'énergie du Soleil : Construire aujourd'hui l'environnement de demain. Paris, le cherche midi, 118 p.

[8] Baril, H. (2008). L'énergie de l'avenir – de l'eau, du vent et beaucoup de soleil. La Presse, 12 janvier, p. La Presse affaires 3.

[9] : M. BOUKLI-HACENE Omar, « Conception et réalisation d'un générateur photovoltaïque muni d'un convertisseur MPPT pour meilleur gestion énergétique » Magister en Automatique

[10] « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011.

[11] M. B. HASSINE, "Développement d'une approche pour l'utilisation optimale de la simulation énergétique en amont du processus de conception," 2015.

[12] Tonne d'Equivalent Pétrole ; Unité de mesure de l'énergie

[13] Consommation Énergétique Finale de l'Algérie –Chiffres clés année 2007 – APRUE – Edition 2009.

[14] L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel: une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Carole-Anne Sénit (Sciences Po, Iddri) 2007

[16] M. Capderou, « Atlas Solaire de l'Algérie », Tome 1, Vol 1et 2, Modèles Théoriques

[17]. Mémoire sur la Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance Énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie http://bu.univ-chlef.dz/doc_num.php?explnum_id=445

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [19] R. Rezoug, A. Zaatri, « Optimisation du rendement d'un système photovoltaïque par poursuite du soleil », Revue des Énergies Renouvelables 12, 299 – 306, 2009.
- [20] A. Labouret, M. Villoz, « Énergie solaire photovoltaïque », 3^{eme} édition, Edition Dunod 2005.
- [21] M. J. T. Nkouimi, « Outil d'aide au dimensionnement des systèmes photovoltaïques domestiques », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, École Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, © Mémoire Online 2000-2010.