



MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Option : Electrotechnique Industrielle

Présenté par :

Fellah Nadia

Sidibe Oumar

Intitulé du sujet

Etude et dimensionnement de l'installation photovoltaïque du
DECANAT de la faculté ST

Encadre par :

H.NEDDAR

MCB

Co-encadreur :

S.SOUAG

MCB

Soutenu le 08/07 /2019 devant le jury composé de :

Président : Mr. DAOUD.M

MCB

Université ST

Examineur 1 : Mr. BENTOUNES.A

PROFESSEUR

Université ST

Examineur 2 : Mr. BENYAMINA.M

MCB

Université ST

Remerciement

Avant tout nous tenons nos remerciements à notre Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté pour Accomplir ce travail.

A la suite Nous tenons à remercier vivement Mme NEDDAR notre encadreuse qui a fourni des efforts énormes, par ses informations ses conseils et ses encouragements, nos vifs remerciements à l'encontre de Mr Souag pour son aide.

Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Et tous les professeurs du département de Génie électrique

A tous ce qui furent à un moment ou à un autre et à tout instant partie prenante de ce travail. Nos plus chaleureux remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Dédicace Nadia

Je dédie ce mémoire de fin d'étude pour mes très chers parents

*(**Bentata** et **Halima**) que dieu les protège*

*A mon cher frère **Noureddine** ainsi que sa femme **Nadia***

*A mes chère sœurs **Fatima** et **Fatiha** et à leurs maris*

A mes très chères nièces

(Nesrine, Loubna, Yousra, Lydia, Mohamed, Yasmine, Aafaf, Kawter)

*A mon cher binôme **Oumar***

*Qui m'a beaucoup aidé et supporté dans ce travail et a toute sa
famille*

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

Dédicace

Au terme de ce très modeste travail, je tiens à exprimer ma gratitude envers le très Haut, Allah l'Exalté et les personnes qui m'ont soutenue durant la réalisation de ce mémoire.

Mes très chers parents :

Père, vous avez toute ma gratitude, car c'est grâce à vous que j'ai atteint mon but...

Ma très chère maman, je vous remercie pour votre soutien moral, vos encouragements et vos conseils qui m'ont guidés durant mon parcours

A mes frères et mes sœurs

Je dédie ce modeste travail à mes sœurs et frères, neveux et nièces et à toute ma famille et à mes meilleurs amis

A mon cher binôme **Nadia**

Qui m'a beaucoup aidé et supporté durant tout ce travail, et à toute la famille **Fellah**.

Je ne manquerais pas de souligner l'assistance sans faille

De mes frères : Karabenta Alpha Aboubacar Sidiki ; Maiga Hamidou ; Toure Alassane ; Traore Mamoutou ; Toure Ibrahiman ; Fellah Noureddine.

SIDIBE OUMAR

Résumé :

L'énergie photovoltaïque est une possibilité de développement efficace et durable. C'est pour cela que les recherches scientifiques se développent dans le sens de généraliser, améliorer et optimiser l'exploitation des systèmes solaires. L'optimisation des systèmes solaires est basée sur des critères de dimensionnement et de maximisation de la puissance générée pour avoir un bon rendement. De nombreuses méthodes ont été entreprises afin de mettre au point un système photovoltaïque pour alimenter les consommateurs. Dans ce mémoire, nous proposons le dimensionnement d'un système photovoltaïque pour alimenter le Décanat. Seulement, l'utilisation d'un tel système nécessite de connaître certaines caractéristiques de certains éléments que constituent le système. Dans ce but, une étude a été effectuée sur les appareillages utilisés. D'un autre côté, une étude sur le dimensionnement des différents éléments envisagés a été faite en utilisant le MATLAB SIMULINK pour visualiser la variation du courant et de la tension, le PV SYSTEME pour déterminer le nombre du panneau et le nombre de batterie avec leurs caractéristiques qui sont les éléments essentiels dans une installation pour satisfaire les besoins énergétiques et le logiciel ETAP pour visualiser l'écoulement de puissance. Les résultats nous ont abouti à connaître le nombre des panneaux envisagés et les caractéristiques des composants suivants. Finalement, nous envisageons de faire l'installation du système sur le bâtiment du Décanat.

Mots clés : Energie solaire, Système solaire, PV SYSTEME, ETAP.

ملخص

الطاقة الشمسية هي وسيلة للتنمية الفعالة والمستدامة. ولهذا الغرض قام الباحثون العلميون على تطويرها من أجل تحسين استغلالها. تحسين الطاقة الشمسية يعتمد على قياسات و زيادة في توليد الطاقة للحصول على أفضل مردود و عليه تمت عدة دراسات لتزويد المستهلك بهذه الطاقة .

في هذه المذكرة تطرقنا إلى دراسة إمكانية تزويد مبنى عمادة كلية العلوم و التكنولوجيا لولاية مستغانم بالطاقة الشمسية . فأجرينا بحث حول خصائص مختلف الأجهزة المكونة لها ومن ناحية أخرى تم إجراء محاكاة لملاحظة تغيرات الجهد و التيار لبعض العناصر المكونة لهذا النظام باستعمال Matlab simulik . PV SYS برنامج تم استخدامه لتحديد عدد الألواح الشمسية و البطاريات المستخدمة وخصائصهما ETAP هو آخر برنامج تم استخدامه في هذه الدراسة لتحديد تدفقات الطاقة لمختلف مكاتب المبنى و أخيرا نعمل على تجسيد نظام الطاقة الشمسية على مبنى عمادة الكلية

SOMMAIRE

Introduction Générale :	1
I. Chapitre I : Généralités sur l'énergie Solaire	3
I.1. Introduction :	3
I.2. Les centrales à l'énergie solaire	3
I.3. L'histoire de l'énergie solaire	3
I.4. Le fonctionnement des panneaux solaires	4
I.5. Les différentes installations photovoltaïques	4
I.5.1. Les installations sur site isolé	4
I.5.2. Les installations raccordées au réseau de distribution public	5
I.6. Technologie	7
I.6.1. Cellule photovoltaïque	7
I.6.2. Module solaire ou photovoltaïque	8
I.6.3. Constitution d'un champ photovoltaïque	10
I.6.4. Onduleur	10
I.6.5. Régulateur	12
I.6.5.1. Choix et compatibilité	12
I.6.6. Batterie	13
I.6.6.1. Les deux principales caractéristiques des batteries	13
I.6.6.1.1. Les différents types de batteries	14
I.7. Câblages	16
I.8. Technologie de capteurs	16
I.8.1. Comparaison des trois principales technologies des capteurs	16
I.9. Situation d'énergie en Algérie	18
I.10. Conclusion	19
II. Chapitre II : Dimensionnement du système photovoltaïque	20
II.1. Introduction	20

II.1.1.	Objectif général	20
II.2.	Etapes pour dimensionner l'installation.....	20
II.3.	Calcul de la consommation énergétique.....	21
II.3.1.	Les besoins de l'application en énergie.....	21
II.3.1.1.	Besoins de l'utilisation des différents appareils (Tableau II.2)	22
II.4.	Détermination d'irradiation du site pour le dimensionnement.....	24
II.4.1.	Période de l'ensoleillement	24
II.4.2.	Le coefficient de perte	25
II.4.3.	Irradiation moyenne dans l'année (logiciel PVsyst6.1)	27
II.5.	Détermination et importance de l'orientation et d'inclinaison des panneaux	27
II.5.1.	Energie solaire récupérable	27
II.5.2.	Orientation et inclinaison	27
II.5.3.	Détermination de la puissance crête des panneaux	28
II.5.3.1.	Calcul pratique de la puissance photovoltaïque.....	28
II.5.3.2.	Calcul du nombre de panneaux.....	29
II.5.4.	Dimensionnement et calcul du nombre de batterie	29
II.5.5.	Profondeur de décharge.....	30
II.5.6.	Calcul de la capacité de batterie	30
II.5.6.1.	Nombre de batterie.....	31
II.5.7.	Dimensionnement du régulateur et de l'onduleur	31
II.6.	Branchement des panneaux et batteries sur le régulateur	33
II.7.	Calcul de la section des câbles	34
II.7.1.	Étude de faisabilité	36
II.8.	CONCLUSION	37
III.	CHAPITRE III : Etude des composants par simulation.....	38
III.1.	Introduction	38
III.1.1.	Branchement d'une (01) cellule	38

III.1.2.	Branchement de quatre (04) cellules en série	39
III.1.3.	Branchement des cellules série –parallèle	40
III.2.	Présentation du logiciel de simulation PVSYST.....	41
III.3.	Présentation du logiciel de simulation logiciel ETAP 12.6.	48
III.3.1.	Simulation et rapport	49
III.4.	Conclusion :.....	52
IV.	Recommandation.....	53
V.	Cahier des charges.....	55
V.1.	Présentation du Décanat	55
V.2.	L’objectif.....	55
V.3.	Dimensionnement.....	55
V.4.	Description	55
V.5.	Cout des différents appareils :.....	55
V.6.	Le rôle des composants	56
VI.	Conclusion générale	59

Liste des figures

Figure I.1: Fonctionnement général d'une centrale solaire [2]	3
Figure I.2 : principe de fonctionnement des panneaux	4
Figure I.3: Installation sur site isolé	5
Figure I.4: Exemple des installations photovoltaïques.....	5
Figure I.5: l'injection d'énergie dans les réseaux.....	6
Figure I.6: Injection d'énergie	6
Figure I.7 : Injection énergie supplément dans le réseau	7
Figure I.8 : cellules solaires.....	7
Figure I.9 : fabrication d'une cellule photovoltaïque	8
Figure I.10: Branchement des cellules	9
Figure I.11 : Branchement les cellules avec diodes	10
Figure I.12 : Champ photovoltaïque	10
Figure I.13 : Régulateur	13
Figure I.14 : les batteries	15
Figure I.15: cellule Monocristallin.....	16
Figure I.16: Cellule poly cristallin	17
Figure I.17 : cellule Amorphe	17
Figure I.18 : Production d'énergies renouvelables.....	19
Figure II.1 : carte ensoleillement.....	24
Figure II.2: l'ensoleillement moyen annuel	24
Figure II.3: l'irradiation globale	25
Figure II.4: Branchement des éléments entre eux	34
Figure II.5 : Raccordement entre les éléments du système	35
Figure III.1: Schéma bloc de branchement une cellule PV	38
Figure III.2 : Graphe (tension, courant) une cellule	39
Figure III.3 : QUATRE (04) CELLULE.....	39
Figure III.4 : schéma bloc de branchement quatre (04) cellules en série	40
Figure III.5 : graphe « tension, courant » –branchement (04) cellules en série	40
Figure III.6 : schéma bloc de branchement six cellule serie-parallele	41
Figure III.7 : graphe tension, courant –branchement série-parallèle.....	41
Figure III.8 : Schéma simplifié d'une centrale PV raccordée à la batterie (PVSYST).	44
Figure III.9 : les sources de distribution d'énergie.....	49

Figure III.10: résultat de distribution d'énergie dans les différents	51
Figure IV.1 Plan de bâtiment	54
Figure VI.1 BATIEMENT AVEC PANNEAUX	63

Liste des tableaux

Tableau I.1: Les différents types onduleurs. [7].....	11
Tableau I.2 : Potentiel solaire en Algérie	19
Tableau II.1 : Différents appareils de consommation	22
Tableau II.2: les besoins du système PV dans les temps	24
Tableau II.3: les différents types des pertes [10]	25
Tableau II.4 : Irradiation moyenne dans l'année (logiciel PVsyst6.12).....	27
Tableau II.5: les résultats des calculs	30
Tableau II.6 : caractéristique des batteries	31
Tableau III.1: Estimation de consommation	42
Tableau III.2: Configuration d'un système	43
Tableau III.3: caractéristique techniques de la batterie utilisée dans le système.	43
Tableau III.4 : Paramètres de simulation d'une centrale PV (technologie silicium monocristallin)	45
Tableau III.5: Énergie utile produite par le PV (à la sortie de l'onduleur).	46
Tableau III.6 : Bilans et résultants principaux du site de MOSTAGANEM.	47
Tableau III.7! Diagramme des pertes	48
Tableau III.8: caractéristique de panneau solaire	50
Tableau III.9: Convertisseur (onduleur).....	50
Tableau IV.1: tableau de recommandation	53
Tableau IV.2: énergie total consomme dans les différents périodes.....	54
Tableau V.1 le cout de différents appareils.....	55
Tableau V.2 : Cout investissement pour la recommandation.....	57

Liste des abréviations

A : Ampère

Ah : Ampère heure

AC : Courant alternatif

Bj: Besoin journalière

batt: Batterie

C : Capacité

DC : Direct curent /courant continu

Ej: Energie journalière

Ef: Energie fournie

Isc: Courant de court-circuit du panneau

kWc: Kilowatt-crête

kWh: Kilowattheure

Nbp: Nombre de branche en parallèle

Ns : Nombre de module en série

PV : Photovoltaïque

P : Puissance

S : Surface

V : Volts

Vco: Tension à vide du panneau

W : Watt

Accu : Accumulateur

Introduction Générale :

L'énergie photovoltaïque est une possibilité de développement efficace et durable. C'est pour cela que les recherches scientifiques se développent dans le sens de généraliser, améliorer et optimiser l'exploitation des systèmes solaires. L'optimisation des systèmes solaires est basée sur des critères de dimensionnement et de maximisation de la puissance générée pour avoir un bon rendement.

Depuis l'aube des temps, l'humanité a vécu au rythme de la lune et du soleil. Certaines civilisations les ont défiés. A la base du développement des premières sociétés humaines structurées, on trouve des techniques liées aux sources naturelles d'énergies dont le soleil est le moteur. Il est donc important de réfléchir à la conception des systèmes utilisant cette ressource qui est gratuitement disponible et en quantité inépuisable. L'autoconsommation est une solution bien utile.

L'avantage principal de cette énergie renouvelable est que son utilisation ne pollue pas l'atmosphère et elle ne produit pas de gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote qui sont responsables du réchauffement de la terre. Notre étude est réservée à l'installation d'un système solaire qui alimente un bâtiment d'équipement électrique (annexe A). [1]

Les besoins en électricité durant l'hiver sont considérablement plus importants qu'en été. Or sur un site isolé, il n'y a pas d'apport d'électricité extérieur à l'installation photovoltaïque. Il est donc primordial de privilégier une meilleure moyenne de production d'électricité durant l'hiver que sur l'année, contrairement à un site raccordé au réseau. Comme le soleil est bas dans le ciel, une inclinaison des panneaux proche de 45° leur permettra de recevoir un maximum de rayonnement solaire en hiver, tout en gardant une production "correcte" durant le reste de l'année.

Parce que les périodes de consommation ne correspondent pas toujours aux heures de production, **un parc de batteries** est installé pour stocker l'énergie produite. Les batteries sont chargées durant les périodes de jour afin de pouvoir alimenter le site la nuit ou les jours de très mauvais temps.

Un **régulateur électronique** est alors indispensable de manière à ce que la quantité d'électricité, injectée ou soutirée, corresponde à la capacité des batteries installées.

La plupart des appareils électriques de grande consommation fonctionnent en courant alternatif. Ces appareils nécessiteront un onduleur qui transformera le courant continu, produit

par le système photovoltaïque, en courant alternatif. Il existe aussi des appareils spécifiques, pour la plupart des consommateurs d'électricité, qui fonctionnent en courant continu. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'introduire un onduleur. Notre travail se divise comme suite :

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur l'énergie solaire. Nous présentons tout d'abord, un état de l'art l'énergie solaire photovoltaïque qui nous présente les systèmes qui sont actuellement établis dans la pratique.

Dans le deuxième 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...).

Dans le troisième chapitre nous consacrons notre étude à la simulation numérique : nous présentons le logiciel que nous avons utilisé comme PV SYST qui nous permet de déterminer le nombre de panneaux et nombres des Batteries ; MATLAB qui nous permet de voir l'importance du branchement des cellules en série et en parallèle ;

ETAP12.6 qui nous permet de visualiser l'écoulement de puissance.

Ensuite, nous représentons les résultats obtenus de l'installation PV

Nous avons terminé notre travail par une conclusion générale.

I. Chapitre I : Généralités sur l'énergie Solaire

I.1. Introduction :

Les diverses applications qui découlent de l'exploitation des rayons solaire sont innombrables. En effet, les technologies solaires les plus répandues s'observent majoritairement dans le domaine de l'immobilier : solaire thermique passif, solaire thermique actif, solaire thermodynamique, solaire photovoltaïque et éclairage naturel.

I.2. Les centrales à l'énergie solaire

Les centrales solaires utilisent les rayons du soleil comme source d'énergie. Ce système puise son énergie grâce à la concentration du rayonnement solaire. Celui-ci est collecté à l'aide de plusieurs dispositifs adaptés tels que les capteurs solaires et les panneaux photovoltaïques. L'avantage de la technologie solaire est qu'elle permet de pratiquer des prix d'électricité peu élevés. Les installations des centrales sont déployées sur plusieurs hectares pour générer en retour une quantité d'électricité suffisante pour alimenter un territoire donné (voir figure I.1).[2]



Figure I.1: Fonctionnement général d'une centrale solaire [2]

I.3. L'histoire de l'énergie solaire

Elle a été découverte par Antoine-César Becquerel². Au XIX^e siècle, quelques moteurs à miroirs ont été construits. Mais même malgré la découverte de l'effet du sélénium photovoltaïque en 1877 il a fallu attendre jusqu'en 1955 que les chercheurs de Bell Telephone Laboratories (aux Etats-Unis) soient capables de produire la cellule qui avait le rendement de conversion énergétique au moins 6% (ratio entre l'énergie utilisée pendant la fabrication et l'énergie que le système est capable de produire). Enfin pour pouvoir annoncer la naissance de

la photopile solaire. Les années 70 peuvent être considérées comme le berceau de l'énergie solaire (photovoltaïque). La notion « photovoltaïque » provient du mot grec [photo] = lumière et du nom d'un physicien italien Alessandro Volta. Ensuite, c'est l'augmentation de la consommation mondiale de l'énergie et la diminution des réserves mondiales de pétrole et de charbon qui a amené des problèmes dans le monde. Nous utilisons les sources renouvelables plus que nous pensons, il s'agit de la lumière, du soleil, du vent ... Par exemple, une pièce de la maison est chauffée par les rayons de soleil qui traversent la fenêtre, les voiliers sur l'océan sont poussés par le vent etc. les sources renouvelables occupent déjà une place plus importante et elles sont plus étendues que ce que l'on peut penser. Chaque année le soleil envoie des rayons à la Terre d'une puissance 40 000 fois plus que les besoins énergétiques que l'humanité consomme sous forme d'énergies fossiles.

I.4. Le fonctionnement des panneaux solaires

Les panneaux solaires sont constitués des cellules photovoltaïques, ces cellules sont des composants électroniques capables de produire l'électricité à partir des rayonnements solaires grâce à l'effet photo.

Cet effet est basé sur le comportement des matériaux semi-conducteur quand ils reçoivent des rayons solaires, dès que photons rentrent en contact avec les matériaux, ils transmettent leur énergie en électrons de semi-conducteur qui génère un courant électrique (voir Figure I.2).

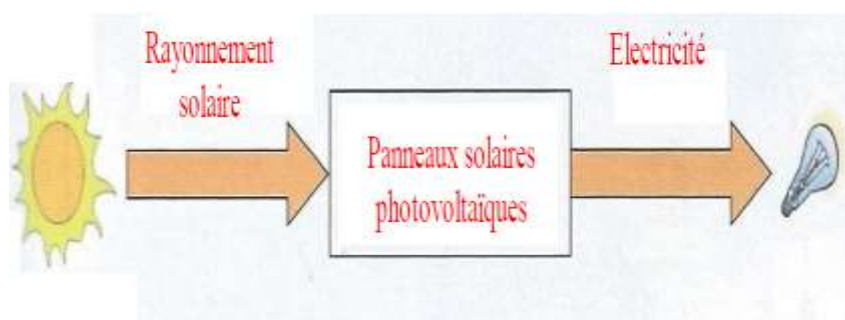


Figure I.2 : principe de fonctionnement des panneaux

I.5. Les différentes installations photovoltaïques

I.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.

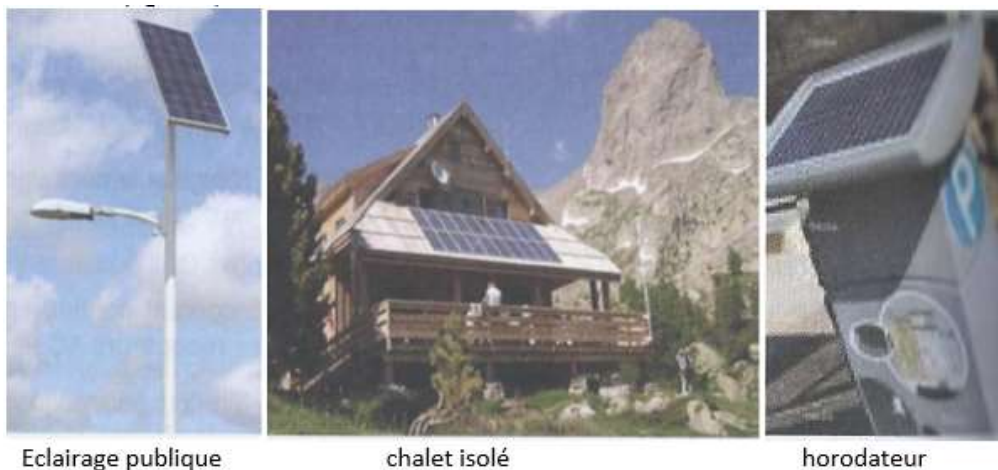
Les panneaux photovoltaïques produisent l'électricité en courant continu (voir figure I.3). [2]



Figure I.3: Installation sur site isolé

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.

Des récepteurs DC spécifiques sont utilisables. Ces appareils sont particulièrement économes (voir figure I.4).[2]



Eclairage public

chalet isolé

horodateur

Figure I.4: Exemple des installations photovoltaïques

I.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). (Voir figure I.5) [3]



Figure I.5: l'injection d'énergie dans les réseaux

En bleu : énergie électrique continue (DC).

En rouge : énergie électrique alternative (AC)



Figure I.6: Injection d'énergie

- **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 (voir figure I.7).[3]



Figure I.7 : Injection énergie supplément dans le réseau

I.6. Technologie

I.6.1. Cellule photovoltaïque

C'est le seul moyen connu actuellement pour convertir directement la lumière en électricité. La cellule photovoltaïque constitue l'élément de base des panneaux solaires photovoltaïques.

Il s'agit d'un dispositif semi-conducteur à base de silicium délivrant une tension de l'ordre de 0,5 à 0,6 V (voir figure I. 8).[4]

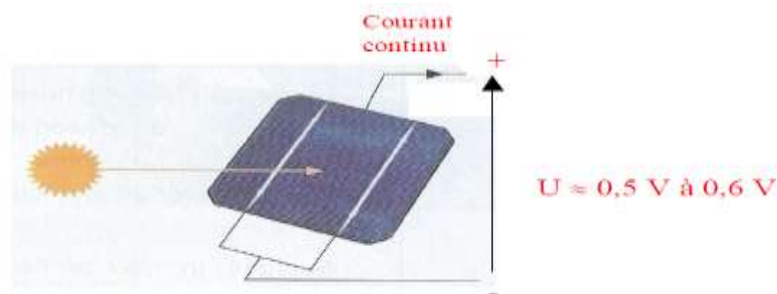


Figure I.8 : cellules solaires

La cellule photovoltaïque est fabriquée à partir de deux couches de silicium (matériau semi-conducteur) :

- une couche dopée avec du bore qui possède moins d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée positivement (zone P),
- une couche dopée avec du phosphore qui possède plus d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée négativement (zone N). (Figure I-9)

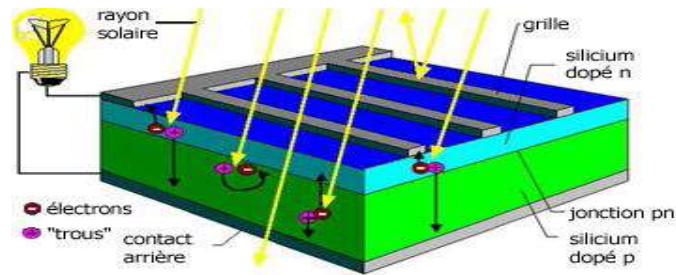


Figure I.9 : fabrication d'une cellule photovoltaïque

Lorsqu'un photon de la lumière arrive, son énergie crée une rupture entre un atome de silicium et un électron, modifiant les charges électriques. Les atomes, chargés positivement, vont alors dans la zone P et les électrons, chargés négativement, dans la zone N. Une différence de potentiel électrique, c'est-à-dire une tension électrique, est ainsi créée. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque. À la surface, le contact électrique (électrode négative) est établi par la grille afin de permettre à la lumière du soleil de passer à travers les contacts et de pénétrer dans le silicium.

Les cellules solaires sont recouvertes d'une couche antireflet qui protège la cellule et réduit les pertes par réflexion. C'est une couche qui donne aux cellules solaires leur aspect bleu foncé.[4]

I.6.2. Module solaire ou photovoltaïque

- **Association des cellules en série**

Les caractéristiques électriques d'une seule cellule sont généralement insuffisantes pour alimenter les équipements électriques. Il faut associer les cellules en série pour obtenir une tension plus importante : le module solaire ou panneau photovoltaïque.

Un panneau photovoltaïque est un assemblage en série de cellules permettant d'obtenir une tension de 12 volts. La puissance d'un panneau solaire est fonction de sa surface, c'est à dire du nombre de cellules photovoltaïques.

Mais pour faire fonctionner des appareils électriques, c'est l'intensité I du panneau, variant en fonction de l'ensoleillement, qui va déterminer l'énergie électrique.

$$U_{\text{nombre de cellules}} = 0,5 \text{ V } (I = I_1 = I_2 = I_3 = I_4)$$

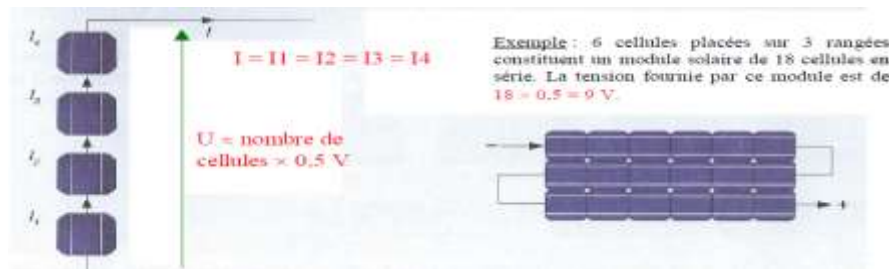


Figure I.10: Branchement des cellules

Un panneau constitué de 24 cellules photovoltaïques va donc délivrer une tension U de 12 V, et cela quel que soit l'ensoleillement. Mais pour faire fonctionner des appareils électriques, c'est l'intensité I du panneau, variant en fonction de l'ensoleillement, qui va déterminer l'énergie électrique. Un panneau constitué de 24 cellules photovoltaïques va donc délivrer une tension U de 12 V, et cela quel que soit l'ensoleillement. Mais pour faire fonctionner des appareils électriques, c'est l'intensité I du panneau, variant en fonction de l'ensoleillement, qui va déterminer l'énergie électrique.[4]

- **Diodes « by-pass »**

La mise en série des cellules peut être dangereuse lorsque l'une d'entre elles se retrouve à l'ombre. Elle va s'échauffer et risque de se détruire.

En effet, une cellule "masquée" voit l'intensité qui la traverse diminuer. De ce fait, elle bloque la circulation de l'intensité "normale" produite par les autres modules. La tension aux bornes de cette cellule "masquée" augmente, d'où apparition d'une surchauffe.

C'est l'effet d'auto polarisation inverse. Une telle cellule est appelée "Hot spot".

Pour supprimer ce problème et protéger la cellule « masquée », on place des diodes «by-pass» en antiparallèles sur 18 ou 24 cellules de façon à court-circuiter les cellules ombrées.

Un panneau solaire dispose d'une à trois diodes by-pass, en fonction de son nombre de cellules (en moyenne 36 cellules pour 3 diodes bypass). En cas de masque :

- 1 diode : 100 % du module est en by-pass,
- 2 diodes : 50 % du module est en by-pass,
- 3 diodes : 33 % du module est en by-pass.

Exemple :

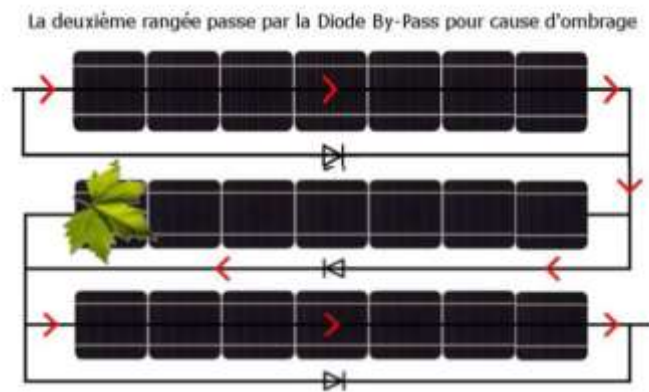


Figure I.11 : Branchement les cellules avec diodes

Au niveau de la 2ème rangée, le courant passe par la diode by-pass pour cause d'ombrage.[3]

I.6.3. Constitution d'un champ photovoltaïque

Afin d'obtenir la tension nécessaire à l'onduleur, les panneaux sont connectés en série. Ils forment alors une chaîne de modules ou string. Les chaînes sont ensuite associées en parallèle et forment un champ photovoltaïque (voir Figure I-12)

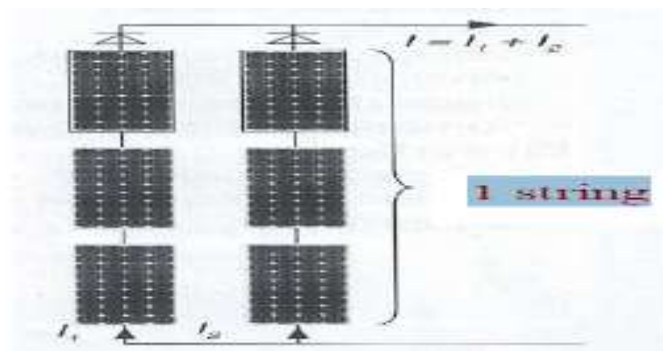


Figure I.12 : Champ photovoltaïque

Il faut également installer des diodes ou des fusibles en série sur chaque chaîne de modules.

Ces protections sont utiles pour éviter qu'en cas d'ombre sur une chaîne, elle se comporte comme un récepteur et que le courant y circule en sens inverse et l'endommage.[5]

I.6.4. Onduleur

Les onduleurs photovoltaïques sont incontournables pour un raccordement réseau des panneaux solaires photovoltaïques.

Ils permettent d'adapter le courant continu sortant du générateur photovoltaïque en un courant alternatif injectable dans le réseau public. Mais ils jouent aussi un rôle dans le

rendement du système photovoltaïque. L'optimisation de la production d'une installation passe par un choix adapté du type d'onduleurs et de leur dimensionnement

Critère de choix d'un onduleur

Avant de faire le choix d'un onduleur, Il faut s'assurer que

- L'onduleur peut démarrer le récepteur (seul un essai est vraiment relevant)
- Son rendement est suffisant au point de fonctionnement de la charge ;
- La charge tolère la distorsion de l'onduleur (forme de l'onde) ;
- Les variations de la tension de sortie sont acceptées par la charge (récepteur)
L'onduleur protège contre la surcharge ;
- L'onduleur coupe alimentation de l'utilisateur en cas de basse tension (protection de la batterie).

➤ TYPE ONDULEUR

Tableau I.1: Les différents types onduleurs. [7]

Types	Paramètres	Avantages
Onduleur centralisé	• Pour les montages combinant branchement en série et en parallèle	• Faible tolérance de puissance entre les modules • Possibilité de grimper a une puissance de plusieurs MW
Onduleur « String »	• flux lumineux différents entre les rangées • rangées branchées au réseau via son onduleur	• adaptés aux installations de grande puissance • tolérance aux intensités différentes de luminosité entre les rangées

Onduleurs « Multi string »	• types de modules différents • orientations de modules variées • nombre de modules différents par rangée	• meilleur rendement que pour un onduleur centralisé grâce à la possibilité d'un MPP tracking pour chaque rangée modularité de l'installation
Onduleur modulaire	• pour les installations de petite puissance	• pas de câblage de courant continu • un module ombragé n'influe pas sur le reste de l'installation

I.6.5. Régulateur

Le régulateur de charge assure plusieurs fonctions :

- Régulation de la charge de la batterie par limitation de la tension pour éviter les surcharges.
- Limitation de la décharge par délestage de l'utilisation, pour éviter les décharges trop profondes risquant d'endommager la batterie.
- Contrôle du fonctionnement du système par voyant ou affichage LCD.

Il doit être installé au plus près de la batterie pour limiter la longueur des câbles et donc les pertes d'énergies. Il est préférable de choisir un emplacement hors gel, au sec et ventilé. Se référer à la notice fabricant. (Figure I. 15)[7]

I.6.5.1. Choix et compatibilité

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

- Pour la ou les batteries

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

- **pour le régulateur**

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

- Avec un régulateur MPPT, la tension panneau doit être supérieure à celle de la batterie pour qu'il fonctionne correctement. Dans le cas d'une batterie 24 V, on ne peut pas utiliser un panneau 12V, il faudra au minimum un panneau 24V, deux panneaux 12V branchés en série ou un panneau avec un plus grand nombre de cellules (54 ou 60 par exemple). Pour une batterie 24V, c'est un peu différent, le minimum sera un panneau 24V soit 72 cellules.[6]



Figure I.13 : Régulateur

I.6.6. Batterie

Les batteries sont des accumulateurs d'énergie, ont une durée de vie et un nombre de cycles prédéterminés à l'avance par le climat (température ambiante) et par le type d'utilisation que l'on va en faire (profondeur de décharge). Le coût de l'investissement et le coût induit par leur durée de vie, vont dépendre de leur qualité de fabrication et du type de technologie.

I.6.6.1. 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.

I.6.6.1.1. Les différents types de batteries

✓ Batteries au plomb

Les batteries au plomb fermées avec un électrolyte gélifié. Elles ont l'avantage d'être sans entretien, facilement manipulable (pas de fuite) avec une stabilité parfaitement contrôlée par le fabricant. Elles ont les inconvénients d'être plus chères et d'avoir une durée de vie plus courte. Elles fournissent en général environ 400 cycles à 80 % de décharge.

✓ Batteries au nickel

Les NiMH ont une grande densité énergétique et peuvent être complètement déchargée sans porter préjudice à leur durée de vie. Elles ont l'inconvénient d'être de faible capacité

Elles fournissent en général entre 500 et 700 cycles à 80 % de décharge.

✓ Batteries au Lithium

Elles sont réservées aux systèmes photovoltaïques portables où leur grande capacité de décharge (six fois mieux que le plomb étanche) est leur grand intérêt.

Leur prix est encore prohibitif mais elles fournissent en général, environ 1 300 cycles à 100 % de décharge.



Figure I.14 : les batteries

Batteries Li-ions

Batterie NIMH

Batterie au plomb fermé

➤ **Les avantages**

Les panneaux solaires photovoltaïques présentent un certain nombre d'avantages :

- Cette énergie renouvelable est gratuite. Elle n'est pas taxée et n'engendre pas de rejets dans l'environnement tout au long de son utilisation.
- L'énergie photovoltaïque est modulable et permet de répondre à tous les besoins.
- Les panneaux photovoltaïques peuvent être utilisés aussi bien en ville qu'à la campagne.
- La vente du surplus de production permet aux propriétaires d'amortir les investissements réalisés lors de l'installation.
- Les panneaux résistent aux intempéries et au froid.
- Les panneaux ont une durée de vie de 20 à 35 ans.

➤ **Les inconvénients**

Bien que les panneaux solaires photovoltaïques présentent de nombreux avantages, ils ont aussi leurs inconvénients :

- Un investissement important lors de leur installation. Exemple : 14 000 € pour des panneaux de 3 000 watts.
- Depuis la suppression du crédit d'impôt, le retour sur investissement est rallongé de 9 à 18 mois.

- L'onduleur doit être remplacé au bout de 10 ans et les panneaux au bout de 25 à 35 ans.
- Les démarches administratives pour installer des panneaux photovoltaïques sont longues, environ 2 à 6 mois et même un an en cas de difficultés de raccordement.
- En métropole, la production d'électricité se limite à 1 300 heures par an.[12]

I.7. Câblages

Le choix du câble est primordial pour le bon fonctionnement du système. Une section de câble insuffisante va provoquer une grande perte d'énergie. Le dimensionnement du câble est défini par le courant et la tension qui le traverse ainsi que par sa longueur.

I.8. Technologie de capteurs

Le silicium est actuellement le matériau le plus utilisé pour fabriquer les cellules photovoltaïques. Il doit être purifié afin d'obtenir un silicium de qualité photovoltaïque.

Il se présente alors sous la forme de barres de section ronde ou carrée appelée lingots.

Les lingots sont ensuite découpés en wafers : fines plaques de quelques centaines de microns d'épaisseur. Ils sont ensuite enrichis en éléments dopants pour obtenir du silicium semi-conducteur de type P ou N.

Des rubans de métal sont alors incrustés en surface et raccordés à des contacts pour constituer des cellules photovoltaïques. Les cellules les plus utilisées pour la production d'électricité sont les cellules silicium Poly cristallin grâce à leur bon rapport qualité-prix.

Les constructeurs garantissent une durée de vie de 20 à 25 ans à 80 % de la puissance nominale. Remarque : on estime qu'une cellule photovoltaïque doit fonctionner environ 2 à 3 ans pour produire l'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication.[8]

I.8.1. Comparaison des trois principales technologies des capteurs

❖ Monocristallin

- ☐ Très bon rendement : 14 à 20 %.
- ☐ Durée de vie : importante (30 ans)
- ☐ Coût de fabrication : élevé.
- ☐ Puissance : 100 à 150 Wc/m².



Figure I.15: cellule Monocristallin

❖ Poly cristallin

- ☐ Bon rendement : 11 à 15 %.
- ☐ Durée de vie : importante (30 ans)
- ☐ Coût de fabrication : meilleur marché que les panneaux monocristallins
- ☐ Puissance : 100 Wc/m².



Figure I.16: Cellule poly cristallin

❖ Amorphe

- ☐ Rendement faible : 5 à 9 %.
- ☐ Durée de vie : assez importante (20 ans)
- ☐ Coût de fabrication : peu onéreux par rapport aux autres technologies
- ☐ Puissance : 50 Wc/m². 16 m²/kWc.
- ☐ Fonctionnement correct avec un éclairage faible.



Figure I.17 : cellule Amorphe

❖ Avantages

La conversion photovoltaïque se fait sans force motrice donc nous constatons une usure minimale. Elle ne produit ni bruits, ni polluants, ni bioxyde de carbone, ni odeurs. Cette méthode peut être considérée comme une des plus favorables à l'environnement. L'énergie solaire représente aussi une source inépuisable et disponible partout. Ce qui lui permet d'être utilisée dans les pays en voie de développement sans réseau électrique ou tout simplement dans des sites isolés tels qu'en montagne où il est très difficile et coûteux de se raccorder au réseau électrique national. Puis les systèmes solaires sont faciles à installer et demande une faible maintenance. Du point de vue esthétique, les installations sur les toits peuvent être intégrées dans l'architecture de la maison.

❖ Inconvénients

Le prix de fabrication est toujours assez important dû à la haute technologie utilisée. La durée de vie des panneaux photovoltaïques est de 20 à 25 ans car ensuite le silicium cristallise et rend les cellules inutilisables. Mais selon certaines études la fabrication n'est jamais rentabilisée pendant les 20 premières années. Ensuite le recyclage des cellules en « fin de vie » est un point non résolu. De plus la performance des cellules est basse car le rendement de la conversion de l'énergie solaire ne représente que 15% à 18% (ratio entre l'énergie lumineuse reçue et l'énergie électrique produite). Cela veut dire que nous sommes seulement capables d'utiliser 15% d'énergie reçue sous forme de rayons de soleil, en comparaison le rendement d'une centrale nucléaire est de 30%. Puis pendant les périodes creuses en hiver, l'énergie solaire a besoin d'une source supplémentaire pour distribuer l'énergie. La performance des panneaux photovoltaïques est assez basse par rapport aux autres sources d'énergie mais en cas des installations intégrées au toit des maisons suffisantes car l'électricité est d'une partie produite par des panneaux photovoltaïques et le reste des besoins énergétiques est satisfait par le réseau national. Mais dans des régions bien ensoleillées, les panneaux photovoltaïques en combinaison avec les panneaux solaires thermiques sont capables d'autoalimenter la maison en énergie (l'électricité, l'eau chaude, le chauffage). De plus la technologie avance toujours et les scientifiques augmentent petit à petit la performance des cellules photovoltaïques. Une fois fabriqués, les panneaux solaires sont faciles à installer et maintenir, ils peuvent donc très bien alimenter en électricité des endroits isolés et mal accessibles. Ce travail va ensuite se concentrer sur l'actualité et la problématique des panneaux solaires photovoltaïques, leur positionnement dans le monde et dans l'Union Européenne. Et nous allons détailler la situation dans quelques pays comme l'Allemagne, pionnier dans l'énergie solaire, et la République tchèque où l'énergie solaire est en forte croissance depuis ces dernières années.[9]

I.9. Situation d'énergie en Algérie

En Algérie bien que les conditions (géographiques, climatiques et météorologiques) soient très favorables, l'énergie solaire n'a pas encore percé et ce marché demeure encore presque vierge. Notre pays a un des gisements solaires des plus élevés au monde, en effet de par sa position géographique dispose de plus de 2500 heures d'ensoleillement en moyenne par an sur une très grande partie de son territoire.

Potentiel solaire en Algérie

La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2500 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 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700KWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au Sud du pays.[9]

Tableau I.2 : Potentiel solaire en Algérie

Région	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie(%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures /ans)	2650	300	3500
Energie moyenne reçue (KWH/m ² /ans)	1700	1900	2650

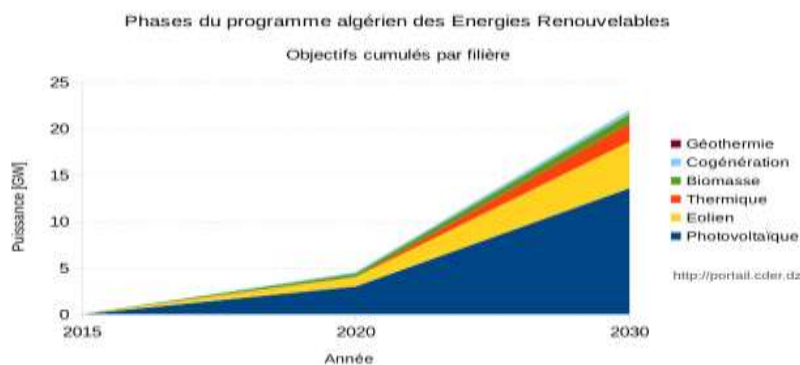


Figure I.18 : Production d'énergies renouvelables

I.10. 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.

Dans ce chapitre on a cité les différentes méthodes pour produire l'énergie électrique aussi on a introduit les composants de l'installation photovoltaïque avec les caractéristiques et les type de chaque composant. Et enfin nous avons défini la situation de l'énergie solaire en Algérie. Dans le chapitre suivant, on va entamer le dimensionnement du système photovoltaïque dont fera l'objet de notre travail.

II. Chapitre II : Dimensionnement du système photovoltaïque

II.1. Introduction

Le dimensionnement d'un générateur PV a pour but de déterminer l'optimum technico-économique entre la puissance crête du champ des panneaux solaires et la capacité de batterie associée à partir des besoins électriques de l'utilisateur d'une part, et d'autre part des données d'ensoleillement du site et du prix et de la qualité des composants dont on peut disposer sur le marché.

Dans ce chapitre, le travail que nous avons effectué est penché vers le dimensionnement des composants de notre système PV :

- Le champ PV
- L'onduleur
- Régulateur
- Les câbles

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

II.1.1. Objectif général

Il s'agit de produire de l'énergie électrique de manière autonome du bâtiment de Décanat de la faculté des sciences et technologie pour satisfaire les besoins des différents appareils électriques.

II.2. Etapes pour dimensionner l'installation

Calculer la puissance de consommation du Décanat

- Déterminer les besoins énergétiques journaliers dans le cas le plus défavorable (la période où les besoins sont les plus importants).
- Calculer le champ des panneaux photovoltaïques nécessaire pour produire les besoins journaliers en considérant l'énergie solaire disponible (le mois) le plus défavorable, selon la situation géographique du site
- Définir des modules photovoltaïques (technologie, tension de fonctionnement...).
- Calculer le parc de batteries pour une autonomie donnée (une semaine).

- Déterminer le ou les convertisseurs (onduleur, chargeur) pour fournir la puissance nécessaire à l'installation.
- Déterminer la puissance du groupe électrogène dans le cas où il y a un besoin d'appoint de secours.
- Déterminer le coût du système. [9]

II.3. Calcul de la consommation énergétique

Les besoins seront déterminés à partir des équipements électriques bureautiques existants ou envisagés. Un travail de recensement des équipements et d'identification des puissances ou des consommations normalisées est alors réalisé. Puis les consommations donc les besoins sont déterminés, soit par calcul à partir de la puissance des appareils et de leur temps d'utilisation (éclairage, ordinaire...), soit par relevé des consommations normalisées forfaitaires journalières données par les constructeurs. Ce travail doit aboutir à la consommation journalière optimisée mois par mois.

II.3.1. Les besoins de l'application en énergie

Il est indispensable de connaître précisément le besoin en énergie d'une installation avant de passer au dimensionnement afin de concevoir un système photovoltaïque adapté. Au vu du coût encore élevé du watt solaire, Il est souhaitable d'éviter de surdimensionner le système photovoltaïque en privilégiant l'économie d'énergie au niveau des récepteurs. La puissance photovoltaïque du générateur à installer est déduite du calcul de la consommation de l'application. Le calcul de dimensionnement prend en compte la puissance, la tension des appareils ainsi que la durée d'utilisation. Tous les consommations disponibles (lampes, radio, réfrigérateur, ordinateur, etc.) sont listées en précisant leur tension, leur puissance et leur durée d'utilisation par jour. Les appareils à faible consommation d'énergie et à haute rendement sont préférés même si leur coût d'investissement est plus élevé.

Pour un meilleur rendement énergétique et d'économie financière, il est préférable d'utiliser des récepteurs fonctionnant en courant continu (12 ou 24 VDC) puisque ce dernier, produit par les panneaux photovoltaïques et/ou stocké dans les batteries, est directement utilisé par les récepteurs CC sans transformation préalable du courant. En revanche, en présence de récepteurs en 230 VAC, il faut rajouter un onduleur CC/CA, devenant lui-même un consommateur d'énergie non négligeable (marche/mode veille) à prendre en compte dans le bilan global de la consommation. Sur le marché, il existe un grand choix de récepteurs CC :

lampes, réfrigérateurs, ventilateurs, pompes à eau, postes de radio, téléviseurs etc. Cependant, certains appareils n'existent pas en courant continu ou n'offrent pas la tension souhaitée : dans ce cas, l'onduleur est nécessaire afin de faire fonctionner les récepteurs VAC.

Pour chaque appareil consommateur, la consommation journalière (en Wh/j), est définie à partir de sa puissance (en W) et de sa durée d'utilisation (en h/j), afin d'en déduire la consommation totale journalière. Cette dernière est ensuite réajustée en fonction du taux d'occupation de l'habitat au cours d'une année (week-end, vacances, etc.). A partir de cette valeur, il est possible de calculer la puissance photovoltaïque (pour en déduire le nombre de panneaux à installer) et de dimensionner le stockage (calcul de la capacité de la batterie et de la profondeur de décharge), le régulateur et de câblage. [10]

II.3.1.1. Besoins de l'utilisation des différents appareils (Tableau II.2)

Tableau II.1 : Différents appareils de consommation

	APPAREILS	NOMBRES	PUISSANCES (WATT)	Durée utilisation (heures ou min)	ENERGIES (Wattheure /jour)
BUREAUX	Lampes	58	60	8	27840
	TV/ PC	25	65	8	13000
	FRIGO	2	80	24	3840
	IMPRIMENTE	29	790+45=835	45min	18161
	CLIMATESEUR	15	1800	4	108000
	TELEPHONE	15	6.5	2	195
	ONDULEUR	6	350	30min	1050
	CHAUFFAGE	1	1200	2	2400
	Séché à main	1	1800	30min	750

	Chauffe-eaux	1	3000	25min	1250
--	---------------------	----------	-------------	--------------	-------------

La consommation totale journalière d'énergie de l'application est calculée en additionnant la consommation journalière de chaque récepteur :

$$Et = E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + \dots$$

$$Et = [(p1. t1)n1] + [(p2. t2)n2] + [(p3. t3)n3] + [(p4. t4)n4] + [(p5. t5)n5] = \frac{Wh}{j}$$

Équation II-1

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 (hebdomadaire, mensuelle voire saisonnière) 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. Ce raisonnement est applicable pour différentes échelles de temps : saisonnière, mensuelle, etc. Dans nôtres cas il s'agit du PC

ENERGIE TOTAL 1= Lampes + TV/ PC + IMPRIMENTE + TELEPHONE

$$= 27840 + 1300 + 18161 + 195$$

$$= 47496 \text{ Wh/j}$$

ENERGIE TOTAL 2= CLIMATESEUR + FRIGO + ONDULEUR + CHAUFFAGE + Séché à main + Chauffe eaux

$$= 108000 + 1050 + 2400 + 750 + 1250 + 3840$$

$$= 117290 \text{ Wh/j}$$

D'où L'ENERGIE TOTAL = ENERGIE TOTAL 1 + ENERGIE TOTAL 2

$$= 47496 \text{ Wh/j} + 117290 \text{ Wh/j}$$

D'où L'ENERGIE TOTAL= 164,786 kwh/j

$$B_j \text{Wh/jour} = E_{\text{Totale}}$$

$$P_j \text{Wh/jour} = \sum P_i$$

Équation II-2

$$B_j = 164.786 \text{ KWh}$$

$$B_h = B_j \times 7 = 1153.502 \text{ KWh}$$

$$B_m = B_h \times 4 = 4614.008 \text{ KWH}$$

$$B_a = B_m \times 12 = 55368.096 \text{ KWH}$$

Le tableau suivant determine les valeurs citées:

Tableau II.2: les besoins du système PV dans les temps

	Besoins journaliers (B_j)	Besoins Hebdomadaire (B_h)	Besoins mensuels (B_m)	Besoins annuels (B_a)
Besoins en énergie (KWh)	164.786	1153.502	4614.008	55368.096

II.4. Détermination d'irradiation du site pour le dimensionnement

II.4.1. Période de l'ensoleillement

Plus la puissance lumineuse (ensoleillement) augmente, plus la puissance générée par la cellule PV augment aussi.

Au contraire, plus la température des cellules augment, plus la puissance générée par les cellules est faible. La carte ci-dessous nous montre l'ensoleillement moyen annuel.

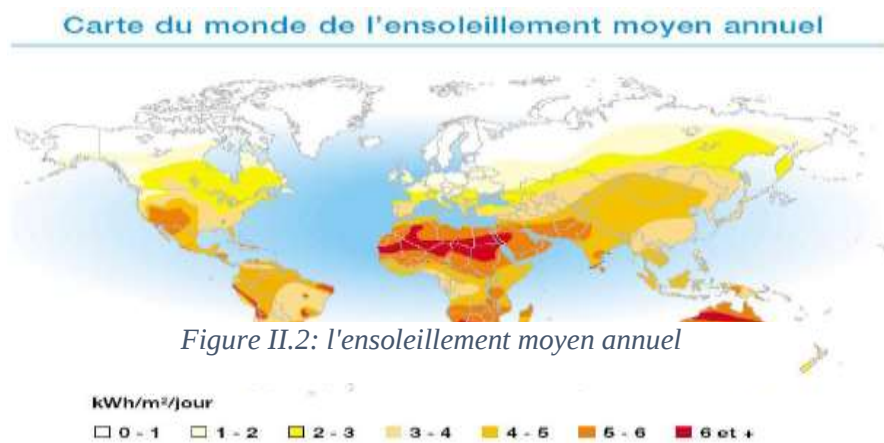


Figure II.1 : carte ensoleillement

Sur cette directive, nous choisirons la période la moins ensoleillée dans l'année, le mois de Janvier dans notre cas.

La figure (II.3) Représente l'irradiation moyenne en Algérie, Mostaganem fait partie de l'intervalle [4900-5300] (Wh/m²/j).

L'énergie solaire est définie par le produit du nombre d'heure équivalente (la durée d'ensoleillement maximale pendant une journée par le rayonnement de référence 1000W/m²).

$$E_{sol} = N_e * 1000$$

Équation II-3

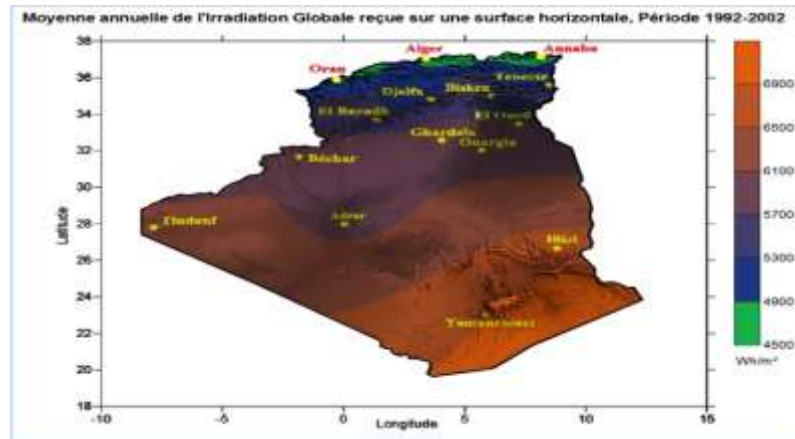
(Soit $N = N_e 1000$)Avec : L'ensoleillement du site ($\text{Wh/m}^2/\text{jour}$) N_e : Nombre d'heures équivalentes (h/jour)Soit $N_e = E_{sol}/1000$ 

Figure II.3: l'irradiation globale

II.4.2. Le coefficient de perte

Plusieurs pertes interviennent dans les systèmes photovoltaïques tels que voir (tableau II.4).

Tableau II.3: les différents types des pertes [10]

Nature de perte		Perte (%)	Observations
Pertes par salissure		5 – 10	Pertes dépendant de l'inclinaison des panneaux et de la fréquence d'entretien
Pertes liés aux composants électriques	Régulateur	2	Pertes dépendant des caractéristiques internes des composants et de la technologie utilisée (en série, MPT)
	Onduleur	10	

	Diode en série	3 – 6	Pertes en fonction du nombre de branches
Pertes ohmiques liées aux câbles		3 voire 1	Pertes à réduire au minimum en réalisant un dimensionnement du câblage adéquat
Pertes thermiques		05%/°C	Pertes à minimiser par une ventilation adaptée Pertes affectant surtout les systèmes en pays chauds
Pertes de dispersion de puissance nominale d'un module		3 – 10	Pertes selon les fabricants Difficile à vérifier
Perte d'appairage en série		3	Pertes à réduire au minimum en réalisant le bon tri des modules
Pertes liées à la batterie		10	Pertes dépendant des caractéristiques internes et de la technologie utilisée (tubulaire, plaques, etc.)

Nature de perte	Perte (%)	Observation	
Pertes liées au faible éclairage	Faible	Pertes à minimiser en fonction de la technologie des modules	
Coefficient global de perte	Compris entre 0.65 et 0.90		

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

$$C_p = 0.76$$

II.4.3. Irradiation moyenne dans l'année (logiciel PVsyst6.1)

Tableau II.4 : Irradiation moyenne dans l'année (logiciel PVsyst6.12)

Mois	Jan	fév	Mar	Av	Ma	Jui	Jui	Ao	Se	Oc	No	Dé	Ann
	.	r.	s	r.	i	n	l.	ut	pt	t.	v.	c.	ée
<i>Esol</i> (KWh/m ² /jour)	2.1 5	2.8 2	4.2 4	5.3	6.5 4	6.7 9	7.5 6	6.4 2	5.0 8	3.5 7	2.3 7	2.1 8	4.57
<i>Ne</i> (h/jour)	2.1 5	2.8 2	4.2 4	5.3	6.5 4	6.7 9	7.5 6	6.4 2	5.0 8	3.5 7	2.3 7	2.1 8	4.57

II.5. Détermination et importance de l'orientation et d'inclinaison des panneaux

Pour optimiser au mieux la production l'énergie d'une installation solaire. Il est très important de ne pas sous-estimer l'importance de **l'inclinaison et d'orientation du panneau solaire**.

Les critères à prendre en compte pour un rendement optimal des panneaux. Avant de commencer nous expliquons brièvement les termes :

- **L'inclinaison** est l'angle entre le plan du panneau solaire et le sol. Un panneau incliné 0° est à plat contre le sol ou horizontal, un panneau à 90° est à la verticale.
- **L'orientation** est l'angle entre le panneau solaire et l'axe plein Sud.

A 0° l'angle de l'orientation correspond à un panneau faisant face au Sud, à l'Est ou l'Ouest, 180° au Nord.

II.5.1. Energie solaire récupérable

L'énergie fournie par les panneaux dépend de leur rendement, de l'ensoleillement du site et de la taille du champ donc de sa puissance crête.

L'orientation, l'inclinaison et l'ombre portée influent également sur l'énergie qui sera produite par les panneaux. Il faut par conséquent être très vigilant sur la position des modules par rapport au soleil.

II.5.2. Orientation et inclinaison

Dans la mesure du possible, il est conseillé dans nos latitudes (Europe hémisphère nord) d'orienter les modules en direction du sud. L'inclinaison optimale est fonction de l'usage de l'installation :

- Pour un fonctionnement annuel, ou,
- Pour un fonctionnement saisonnier.

Sur les sites isolés où le besoin est annuel, il est conseillé de privilégier la production d'électricité durant la période hivernale. Une inclinaison des panneaux correspondant à la « latitude du site + 10° » (par exemple à Paris : 49° + 10 = 60°) permet de recevoir un maximum de rayonnement solaire en hiver, tout en gardant une production « correcte » durant le reste de l'année.

Pour une installation ne fonctionnant qu'en été, l'inclinaison optimale sera de 20 à 30°. Pour les bâtiments existants, l'orientation des toits est généralement fixée. La section « la variation du rayonnement solaire en fonction de l'orientation et de l'inclinaison » peut aider à optimiser la production en fonction de la situation réelle.

II.5.3. Détermination de la puissance crête des panneaux

La puissance d'un panneau solaire s'exprime en watts-crête (WC) ou kilowatts-crête (kwc). Cette Puissance crête d'un panneau solaire correspond à la puissance maximale de production électrique qu'il peut délivrer. Il s'agit d'une puissance idéale fournie dans des conditions optimales :

Un ensoleillement de 1000 W de lumière/m²

- Une température extérieure de 25°C.
- Une bonne orientation des panneaux et aucun ombrage.

II.5.3.1. Calcul pratique de la puissance photovoltaïque

❖ Calculons l'énergie à produire :

$$Ep = \frac{Bj}{Cp} = \frac{Et_{total}}{Cp} \quad \text{Équation II-4}$$

$$Ep = \frac{164786}{0.76} = 216823 \text{ watts}$$

❖ Calcul la puissance crête :

$$Pc = \frac{Ep}{Nc}$$

Nc = irradiation moyenne de 5 kwh/m/ jour pour (la période estival de fonctionnement)

$$Pc = \frac{216.823}{5} = 43,364 \text{ kwc}$$

$$Pc = 43,364 \text{ kwc}$$

II.5.3.2. Calcul du nombre de panneaux

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

$$Nb = \frac{P_c}{\text{puissance de panneau}} = \frac{43364}{320} = 135 \quad \text{Équation II-5}$$

Nb -Nombre de panneau solaire

Nb = 135 modules

Deuxième Méthode pour calculer le nombre de panneaux

$$E_{\text{total}} = E_{\text{calcul}} + 30\% E_{\text{calcul}} \quad \text{Équation II-6}$$

30% pour compenser l'énergie perdue

$$E_{\text{total}} = 164,786 + 0,3 * 164,786$$

$$E_{\text{total}} = 164,786 + 49,4358$$

$$E_{\text{total}} = 214,221 \text{ kWh / J}$$

$$D'où \text{ nombre de panneau est } Nb = \frac{E_{\text{total}}}{FR * \text{puissance crete de panneau}} \quad \text{Équation II-7}$$

FR= facteur régional égal 5 pour Mostaganem

$$Nb = \frac{214,221}{5 * 320} = 133,88 \sim 134$$

Nombre total de panneau est 134 modules.

Remarque : Approximatives le même résultat

II.5.4. Dimensionnement et calcul du nombre de batterie

Toutes technologies confondues, la caractéristique principale d'un accumulateur, c'est la capacité. C'est la quantité d'énergie qu'il est à même d'emmagasiner, et donc celle qu'il est capable de restituer.

Cette capacité s'exprime en **Ampère-heure**, symbole **Ah**.

Il faut savoir que la capacité restituée par un accu n'est pas constante, même à charge égale. La capacité restituée dépend des conditions de décharge.

Plus il fera froid et plus vous demanderez un courant important, plus la capacité de l'accu sera faible, et inversement. Pour une même technologie la capacité d'un élément est proportionnelle à son volume. Par contre pour deux technologies différentes, des mêmes capacités, les volumes ne sont pas du tout les mêmes. Ce rapport capacité / volume poids est caractérisé par la densité d'énergie exprimée en Wh/kg aussi appelé facteur de mérite.

On parlera souvent dans le texte de la **capacité nominale** d'un accu (notée **C** ou **Cn**).

C'est tout simplement la capacité indiquée sur le boîtier de l'élément. Elle est donnée par le fabricant et elle est normalement calculée conformément à une norme.

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

Etape 1 : on calcule l'énergie consommée (E_c) par les différents récepteurs

Etape 2 : On détermine le nombre de jours d'autonomie nécessaire

Etape 3 : On détermine la profondeur de décharge acceptable pour le type de batterie utilisé

Etape : 4 on calcule la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule ci-dessous

$$C = \frac{E_c \cdot N}{D \cdot U} \quad \text{Équation II-8}$$

C : capacité de la 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)

II.5.5. Profondeur de décharge

L'élément fourni de l'électricité tant qu'on lui en demande et qu'il lui reste de l'énergie chimique. Mais cela pose un problème. En effet si on laisse un accu branché trop longtemps en décharge sur un circuit, il va trop se décharger. Il va " s'éteindre " et il ne sera plus possible de le recharger. Pendant la phase de décharge l'accu se comporte comme tout générateur électrique. La tension disponible à ses bornes évolue en fonction du courant consommé du fait de sa résistance interne. A la fin de la décharge, quand l'accumulateur est vide, on constate une chute brutale de la tension.

II.5.6. 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 II.6).

Tableau II.5: 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
Bâtiment de DOYEN	164,786	43,364	135

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 :

Tableau II.6 : caractéristique des batteries

Voltage	24V
Technologie	Plomb
Capacité batterie	250 Ah
Poids	73 kg

$$C = \frac{Ec.N}{D.U}$$

$$C = \frac{164,786 \cdot 3}{0.8 \cdot 24}$$

$$C = 25,74 \text{ kAh}$$

II.5.6.1. Nombre de batterie

Le nombre de batterie est déterminé par la formule suivante

$$\text{Nombre de batterie} = \frac{c}{\text{capacite de batterie}} \quad \text{Équation II-9}$$

$$\text{Nombre de batterie} = \frac{2574}{250} = 103$$

Puis on obtient donc 103 batteries pour produire l'énergie qu'on a besoin.

II.5.7. Dimensionnement du régulateur et de l'onduleur

❖ **Régulateur** : Le dimensionnement du régulateur est défini une fois que le type de régulateur est retenu. Il existe deux types de régulateurs ;

- un simple régulateur de charge : il ne contrôle que la charge de batterie et évité ainsi les surcharges de la batterie ; il est utilisé pour des installations pour lesquelles le risque de décharge est quasiment nul (surdimensionnement des modules, consommation très bien maitrisée avec une faible probabilité de dépassement, etc.) ;

- un régulateur charge-décharge : il permet, en outre, d'éviter les décharges profondes en coupant l'alimentation de tous des appareils électrique ; les régulateurs charge-décharge sont bien adaptés aux applications domestiques pour lesquelles le dépassement de consommation par les occupants est fréquent.

Pour dimensionner le régulateur, il faut prendre en considération trois éléments principaux :

- la tension nominale entre les panneaux et les batteries : le régulateur doit pouvoir accepter cette tension (en générale 12 V, 24V ou 48 VDC). Les régulateurs acceptent des plages de tension plus ou moins larges ;
- L'intensité maximale de sortie : elle ne concerne que les régulateurs charge-décharge qui doivent accepter le courant maximal fourni simultanément par les récepteurs. Cette intensité maximale doit prendre en compte également les courants transitoires élevés produits lors des démarrages de certains appareils électriques.

À partir de ces données, il est possible de choisir la technologie de régulation à adapter à la puissance du système photovoltaïque et aux types des batteries. Les régulateurs shunt sont plus adaptés aux systèmes photovoltaïques de faible puissance, alors que les régulateurs (série) conviennent aux systèmes plus élevés. [10]

On a comme puissance des appareils de $P_T = 8896,5$ watts

On sait que $P = U.I \rightarrow I = \frac{P}{U}$ d'où on $I = 370.68$ A

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

$$I_T = 370.68 + 370.68 \cdot 10\%$$

$$I_T = 374.38 \text{ A}$$

On va choisir le régulateur MPPT qui peut supporter le courant de 374.38A

❖ Dimensionnement de l'onduleur

Pour une installation autonome, l'onduleur est dimensionné en fonction des caractéristiques des modules, des batteries et des récepteurs fonctionnant uniquement en courant alternatif.

Les paramètres de dimensionnement sont :

La tension d'entrée (12,24 ou 48 V) : c'est la tension CC délivrée par le générateur photovoltaïque ou par le système de stockage.

- La tension de sortie (220 V AC à 50 HZ) : la forme de l'onde est soit sinusoïdale, soit carrée, soit encore pseudo sinusoïdale selon la nature des appareils que les récepteurs devront faire fonctionner. Le choix de la technologie dépend donc des caractéristiques du ou des récepteurs.

- La puissance nominale : elle correspond à la puissance que peut délivrer l'onduleur en fonctionnement permanent, c'est-à-dire à la somme de la puissance de toutes les charges électriques susceptible d'être utilisées en même temps. En pratique, elle est définie à partir des valeurs moyennes du profil de consommation, en courant alternatif, majoré de 20 % ;
- La puissance maximale (50% de la puissance nominale) : c'est à dire surcharge importante provenant du démarrage de certain moteur, surcharge que doit accepter l'onduleur pendant une très courte durée.
- La consommation à vide ou en attente : elle doit être la plus faible possible (2% à 3% de la puissance nominale). Une consommation trop importante peut avoir des méfaits sur la capacité et la durée des batteries.
- La puissance d'un onduleur est exprimée en VA, ou volt Ampères. Avant de choisir un onduleur, il faut faire la somme de la consommation de tous les appareils que l'on va lui connecter. [11]
- Le problème, c'est qu'en général sur le matériel, informatique, la consommation est exprimée en watts pour convertir rapidement des watts en V.A.
- On peut utiliser cette formule approximative : puissance en VA= puissance de watts / 0.66 [11].

D'où la puissance en V.A = 8896,5 watts / 0.66

On a puissance d'onduleur est 13479 VA

II.6. Branchement des panneaux et batteries sur le régulateur

On branche les panneaux au régulateur et le régulateur à l'onduleur. L'onduleur photovoltaïque se branche directement sur le compteur. L'onduleur achemine alors l'électricité jusqu'à au prises. Le branchement de panneau solaire en série permet d'additionner les tensions. Pour brancher le panneau solaire en série, on connecte la borne + du panneau solaire à la borne - et inversement. Le branchement de panneau solaire en parallèle permet d'additionner les intensités. Pour brancher le panneau solaire en parallèle, on connecte les bornes + ensemble et les bornes - ensemble. Pour une puissance suffisante, on opte pour un branchement de panneau solaire mixte, en série et en parallèle.

Un régulateur, qui protège l'installation. Ce régulateur est parfois incorporé à l'onduleur. Un onduleur photovoltaïque transforme le courant électrique continu en courant alternatif. Pour fixer la puissance nominale de l'onduleur, il faut estimer :

- La charge maximale probable pendant une durée supérieure a 20mn ou les charges de courte durés ne sont prises en compte

- La charge maximale instantanée, elle est généralement égale à 4 fois la puissance du moteur le plus puissant que la plus grande puissance utilisée.
- La puissance nominale doit être la plus faible pour limiter les pertes.
- La puissance nominale de l'onduleur est fixée suivant deux critères
- La puissance maximale probable pendant une durée supérieure 20 mm

Exemple:

$$Eclairage S_1 = P = U \cdot I$$

Équation II-10

$$Autre S_2 = U \cdot I$$

Équation II-11

$$P_{totale} = U \cdot I$$

Équation II-12

La puissance maximale instantanée : elle est généralement égale à 4 fois la puissance du moteur le plus puissant

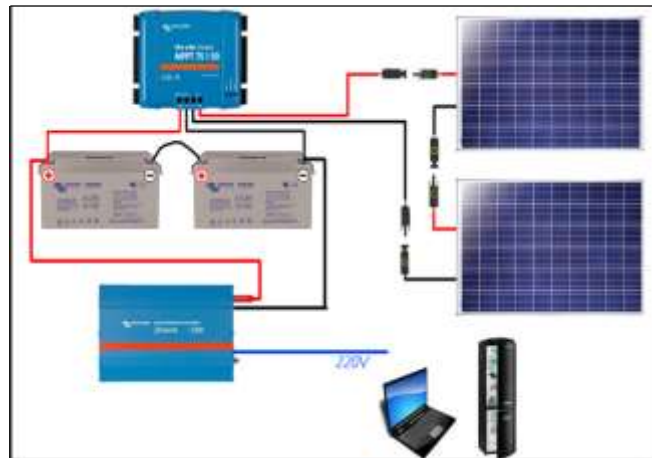


Figure II.4: Branchement des éléments entre eux

II.7. Calcul de la section des câbles

Il est important de calculer correctement la section du câble utilisé lors des installations électriques. En effet un câble trop faible va entraîner un échauffement dû à la résistance du câble (ce qui peut créer un incendie) et une perte de tension, une section trop importante peut entraîner un problème de poids et de coût.

La résistance R d'un conducteur (en ohms) est directement proportionnelle à

- Sa résistivité ($0.01786 \text{ 'mm}^2/\text{m}$ à 20°C pour le cuivre)
- Sa longueur L (en mètres)
- Inversement proportionnelle à la section S (en mm^2) de ce conducteur

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

Équation II-13

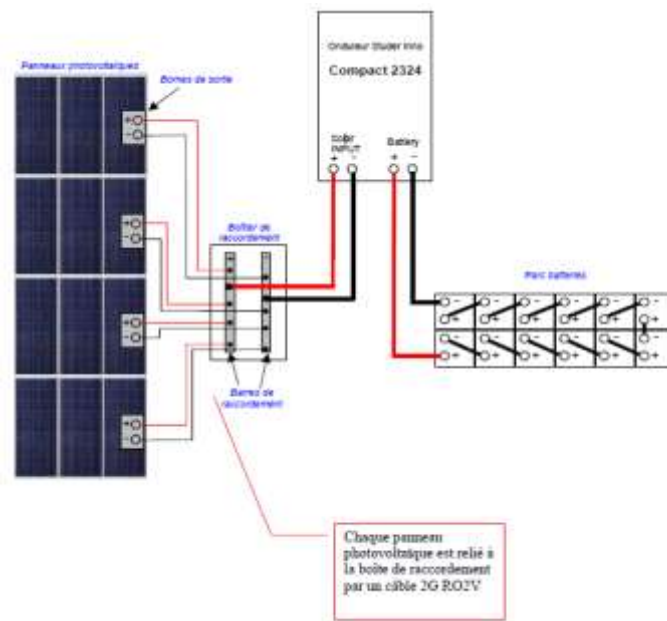


Figure II.5 : Raccordement entre les éléments du système

Le courant de sortie du panneau :

$$I = \frac{P}{U}$$

Équation II-14

$$\text{AN : } I = \frac{320}{24} \Leftrightarrow I = 13,33 \text{ A}$$

Section des conducteurs entre 1 et 2 :

 ΔU : la chute de tension en %

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

$$R = \frac{\Delta U}{I} = \frac{0,48}{13,33} \Leftrightarrow R = 0,03 \Omega$$

Équation II-15

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

$$S = \frac{\rho L}{R}$$

Équation II-16

$$\text{AN : } S = \frac{1,6 \cdot 10^{-8} \times 6}{0,03}$$

$$S = 3,2 \text{ mm}^2 \text{ Alors on choisit le câble de section } S = 4 \text{ mm}^2$$

Courant circulant entre 2 et 3 :

Puissance crête du champ PV :

$$P_c = N_{anneau} * U_{anneau} \quad \text{Équation II-17}$$

$$P_c = 134 \times 320 = 42880 \text{ W}$$

Le courant circule entre le boîtier et les batteries

$$I = \frac{P_c}{U} \quad \text{Équation II-18}$$

U : la tension de la batterie

$$\text{AN : } I = \frac{42880}{24} \Leftrightarrow I = 1786,66 \text{ A}$$

Section des conducteurs entre 2 et 3 :

$$R = \frac{\Delta U}{I} = \frac{0,48}{1786,66} = 0,000268 \Omega$$

$$S = \frac{\rho L}{R} = \frac{1,6 \cdot 10^{-8} \times 10}{0,000268}$$

$$S = 59,55 \text{ mm}^2 \text{ Alors on choisit le câble de section } S = 75 \text{ mm}^2$$

Calcul du courant entre 3 et 4 :

$$I_{bat} = \frac{P_{onduleur}}{U_{bat}} \quad \text{Équation II-19}$$

$$\text{AN : } I_{bat} = \frac{13479,54}{24} \Leftrightarrow I_{bat} = 561,64 \text{ A}$$

Section entre 3 et 4 :

$$R = \frac{\Delta U}{I_{bat}} = \frac{0,48}{561,64} = 8,5410^{-4} \Omega$$

$$S = \frac{\rho L}{R} = \frac{1,6 \cdot 10^{-8} \times 8}{8,5410^{-4}}$$

$$S = 14,98 \text{ mm}^2 \text{ Alors on choisit le câble de section } S = 16 \text{ mm}^2$$

II.7.1. Étude de faisabilité

Installer un système solaire photovoltaïque est donc une réelle opportunité pour minimiser son impact environnemental, réduire sa facture d'énergie sur le long terme et concrétiser un engagement durable.

Pour cela le projet doit être validé, dimensionné, adapté à la situation du site, à ses besoins et à son environnement (localisation, expositions, masques solaires, albédos, obstacles, météo, ...).

II.8. CONCLUSION

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est essentiel pour son bon fonctionnement et pour la satisfaction de l'utilisateur. Les applications solaires en site isolé ont le mérite d'un fonctionnement simple et d'un entretien réduit, mais nécessite en revanche une prise en compte des propriétés de la source d'énergie dans leur utilisation : intermittence, course du soleil et dépense rationnelle de l'énergie accumulée.

Dans tous les cas, il est nécessaire de connaître le besoin à savoir : le gisement d'énergie solaire du lieu concerné ; le choix des modules PV, leur implantation et la structure support ; le choix des composants électriques assurant la régulation, la protection du système et des usagers ; ainsi que la mise en œuvre (câblage, maintenance). Dans le chapitre suivant, on va entamer la simulation pour déterminer les composants adéquats.

III. CHAPITRE III : Etude des composants par simulation

III.1. Introduction

En énergie renouvelable, il est important de signaler qu'il faut respecter un certain nombre d'étapes. Ces dernières sont facilement déterminées si nous utilisons un logiciel relatif de simulation pour définir les différents éléments constituant un system PV.

Dans ce chapitre, nous avons simulé les cellules PV en série et en parallèle à partir de MATLAB SIMULINK ensuite on va utiliser le logiciel PVSYST pour déterminer le nombre de panneaux et batterie ; par la suite on va visualiser l'écoulement de puissance avec le logiciel ETAP.

Simulation les cellules PV sous MATLAB SIMULINK

III.1.1. Branchement d'une (01) cellule

En connectant des cellules ou des modules identiques en série, le courant de la branche reste le même mais la tension augmente proportionnellement au nombre de cellules (Modules) en série.

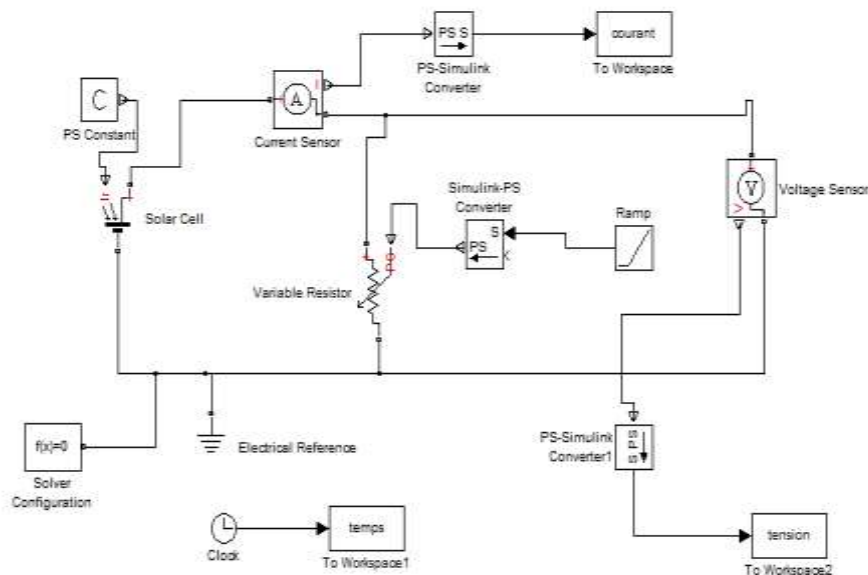


Figure III.1: Schéma bloc de branchement une cellule PV

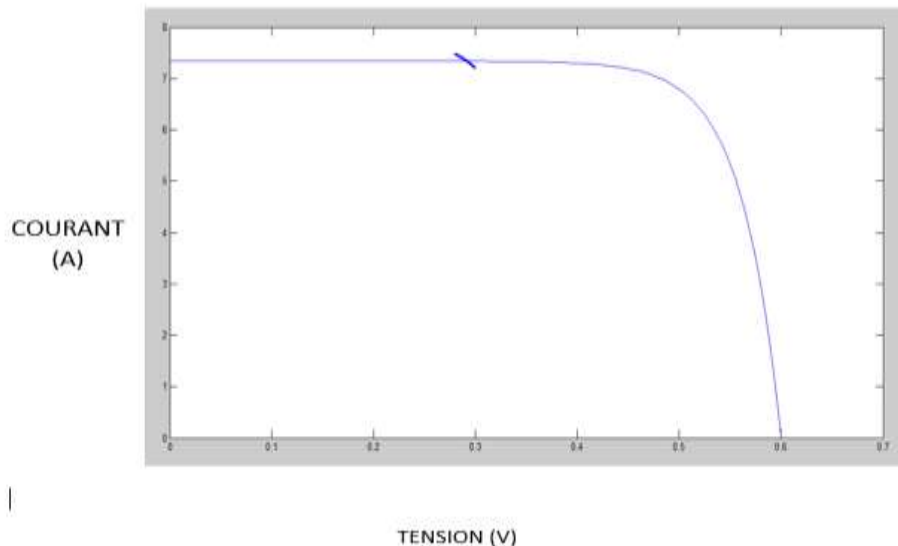


Figure III.2 : Graphe (tension, courant) une cellule

III.1.2. Branchement de quatre (04) cellules en série

La plupart des modules disponibles ont compris un nombre entre 36 ou 72 cellules connectées en série. Par exemple un module de 36 cellules fournit une tension appropriée pour charger une batterie de 12V, et un module de 72 cellules est approprié pour une batterie de 24V. D'après la (figure III.3) on a le courant constant et des tensions qui sont multipliés par le nombre de cellules, ce qui nous donne un rendement élevé. On constate qu'à chaque fois, qu'on augmente le nombre des cellules, la tension augmentera.

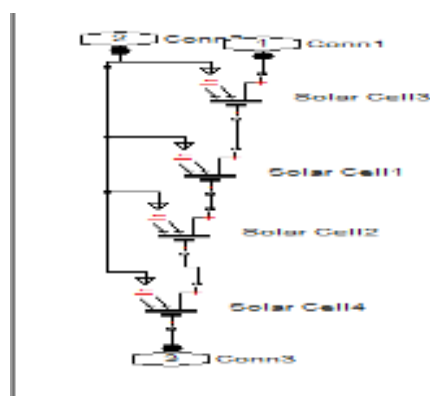


Figure III.3 : QUATRE (04) CELLULE

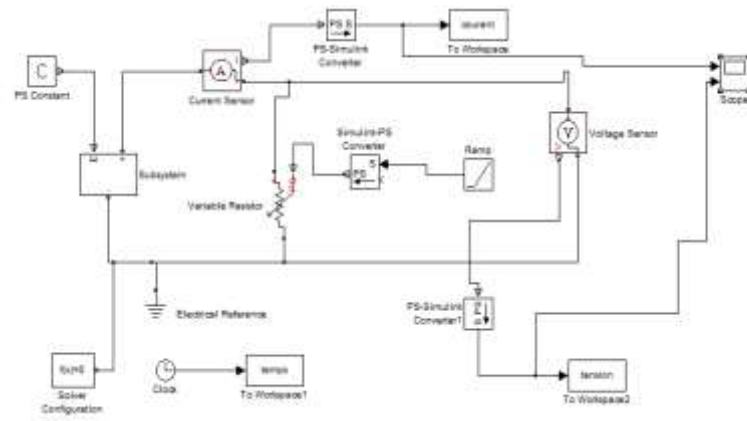


Figure III.4 : schéma bloc de branchement quatre (04) cellules en série

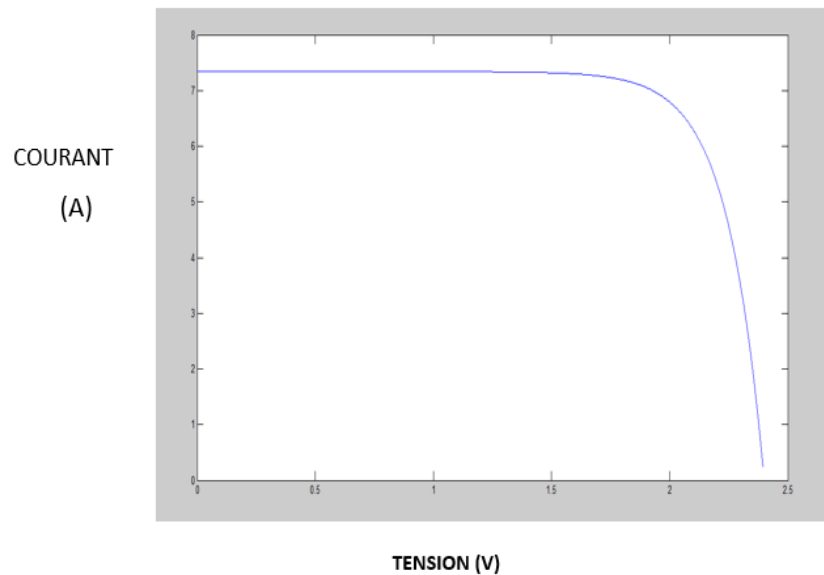


Figure III.5 : graphe « tension, courant » –branchement (04) cellules en série

III.1.3. Branchement des cellules série –parallèle

En connectant des cellules ou des modules identiques en parallèle, la tension totale est égale à la tension de chaque cellule ou module et l'intensité augmente proportionnellement au nombre de branches.

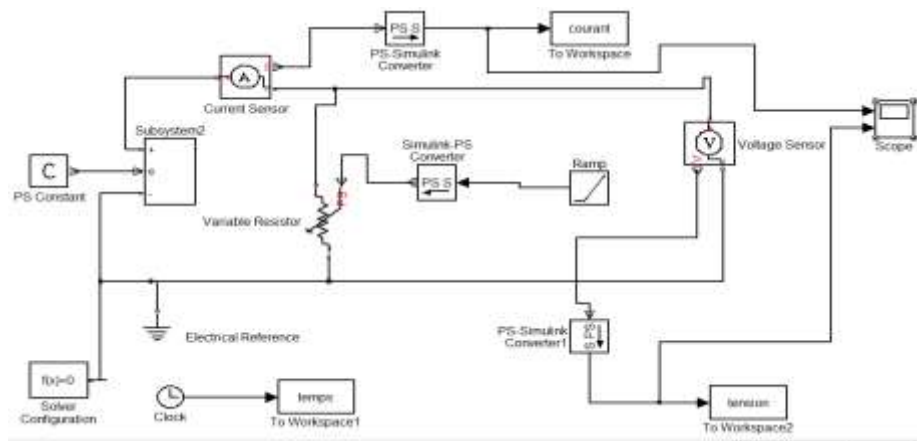


Figure III.6 : schéma bloc de branchement six cellule serie-parallele

La caractéristique d'un groupement de modules solaires en Série –Parallèle est représentée par la figure

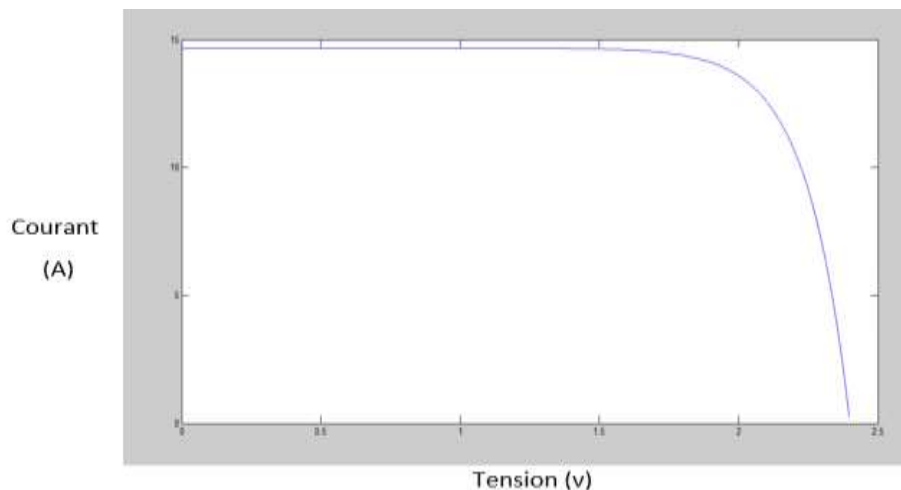


Figure III.7 : graphe tension, courant –branchement série-parallèle.

III.2. Présentation du logiciel de simulation PVSYST

PVSYST est un logiciel de dimensionnement de panneaux solaires permettant d'obtenir diverses informations telles que la production d'énergie, l'irradiation et le coût de l'installation, la surface nécessaire, ou la production annuelle d'énergie. Un mode avancé permet d'obtenir beaucoup plus d'informations pour une étude très complète.

Le dimensionnement du système est basé sur une procédure simple et rapide :

- Indiquer la puissance souhaitée ou la surface disponible.

- Choisir un module PV dans la base de données interne (liste déroulante),
- Choisir un onduleur dans la base de données (liste déroulante).

PVsyst proposera une configuration de modules / système permettant de réaliser une première simulation préliminaire. Le logiciel inclut un système de code d'erreurs ou d'avertissement coloré

Tableau III.1: Estimation de consommation

Definition of Daily Household consumptions, year

Consumptions | Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy
58	Lamps (LED or fluo)	60 W/lamp	8.0 h/day	OK	27840 Wh
25	PC	65 W/app.	8.0 h/day	OK	13000 Wh
15	climatiseur	1800 W/app.	4.0 h/day	OK	108000 Wh
2	Frigo / Congélateur	0.08 kWh/day	24.0 h/day	OK	160 Wh
29	imprimante	835.0 W aver.	0.5 h/day	OK	12108 Wh
1	chauff eau	3000 W/app.	0.5 h/day	OK	1500 Wh
15	telephone	7 W/app.	2.0 h/day	OK	210 Wh
Stand-by consumers		1 W tot	24 h/day		24 Wh
Total daily energy					162842 Wh/day
Total monthly energy					4885.2 kWh/month

Appliances info

Consumption definition by

☒ Year ☐ Seasons ☐ Months

Week-end or Weekly use

☐ Use only during

☐ 7 days in a week

Dans le tableau III.3.1 est notre cahier des charges rédigé lors du recensement des appareils.

Analyse des résultats

- La production d'énergie totale (KWh/an) est essentielle pour évaluer la rentabilité du système PV.
- L'indice de performance (PR [%]) décrit la qualité du système lui-même.
- L'énergie spécifique [kWh/kWp] est un indicateur de la productivité du système, selon L'irradiation disponible (localisation et orientation).
- Le diagramme des pertes (Figure III.14) : Le diagramme des pertes montre les énergies à différents niveaux du système, avec une évaluation des pertes à chaque stade.

Tableau III.2: Configuration d'un système

Specified Load | Pre-sizing suggestions | System summary

Av. daily needs : 163 kWh/day

Enter accepted LOL: 5.0 %

Enter requested autonomy: 4.0 day(s)

Detailed pre-sizing

Battery (user) voltage: 24 V

Suggested capacity: 31930 Ah

Suggested PV power: 40 kWc (nom.)

Storage | Champ PV | Back-up | Schema

Sub-array name and Orientation:

Name: Champ PV

Orient.: Plan incliné fixe

Tilt: 40°

Azimuth: 0°

Presizing help

No Sizing

Enter planned power: 40.7 kWp.

... or available area: 0 m²

Select the PV module

Tous les modules

Sort modules by: power

8.33 Solar

300 Wp 31V Si-mono 8.300MB Since 2010 Manufacturer 201

Sizing voltages: Vmpp (60°C) 31.0 V

Voc (-10°C) 51.9 V

Select the control mode and the controller

Universal controller

MPPT power converter

Operating mode

Generic

Max. Charging - Discharging current

MPPT 24 V 1237 A 283 A Universal controller with MPPT convi

The operating parameters of the generic default controller will be adjusted according to the properties of then system.

PV Array design

Number of modules and strings

Mod. in serie: 1

Nb. strings: 136

No constraint

Between 109 and 136

Show sizing

Nb modules: 136 Area: 264 m²

Operating conditions:

Vmpp (60°C) 31 V

Vmpp (20°C) 38 V

Voc (-10°C) 52 V

Plane irradiance: 1000 W/m²

Imp (STC) 1103 A

Isc (STC) 1192 A

Isc (at STC) 1178 A

Max. operating power à 1000 W/m² et 50°C: 36.2 kW

Array's nom. power (STC): 40.8 kWp

On a choisi le type de panneau qui convient à une puissance de 300 Wc mono puis un convertisseur MPPT de 24 v ; on obtenu comme résultat 136 panneaux pour une surface de 264 m².

Tableau III.3: caractéristique techniques de la batterie utilisée dans le système.

Specified Load | Pre-sizing suggestions | System summary

Av. daily needs : 163 kWh/day

Enter accepted LOL: 5.0 %

Enter requested autonomy: 4.0 day(s)

Detailed pre-sizing

Battery (user) voltage: 24 V

Suggested capacity: 31930 Ah

Suggested PV power: 40 kWc (nom.)

Storage | Champ PV | Back-up | Schema

Procedure

The Pre-sizing suggestions are based on the Monthly meteo and the user's needs definition

1. - Pre-sizing Define the desired Pre-sizing conditions (LOL, Autonomy, Battery voltage)
2. - Storage Define the battery pack (default check-boxes will approach the pre-sizing)
3. - PV Array design Design the PV array (PV module) and the control mode. You are advised to begin with a universal controller.
4. - Back-up Define an eventual Genset

Specify the Battery set

Sort Batteries by: voltage

BAE Secura

2 V 3620 Ah PVS Solar 26 PVS 4940

Batteries in serie: 12

Batteries in parallel: 9

Number of batteries: 108

Number of elements: 108

Battery pack voltage: 24 V

Global capacity: 32580 Ah

Stored energy (80% DOD): 626 kWh

Total weight: 24948 kg

Operating battery temperature

Temper. mode: Fixed (tempered local)

Fixed temperature: 20 °C

The battery temperature is important for the ageing of the battery. An increase of 10 °C divides the "static" battery life by a factor of 2.

Le stockage d'énergie est une étape très intéressante pour un système autonome, on a choisi un des batteries de 2 V de 3620Ah à une température de 20°C ; les nombres des batteries est 108 branchement comme suite : 12 batterie en chaine série et 9 batterie en chaine parallèle pour obtenir à la sortie d'une tension de 24 V dont la capacité totale est de 32580 Ah.

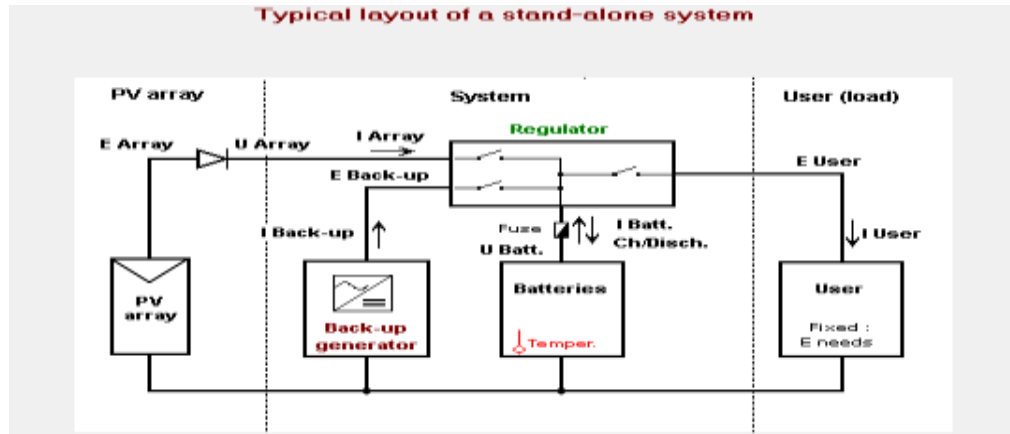


Figure III.8 : Schéma simplifié d'une centrale PV raccordée à la batterie (PVSYST).

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.

Tableau III.4 : Paramètres de simulation d'une centrale PV (technologie silicium monocristallin)

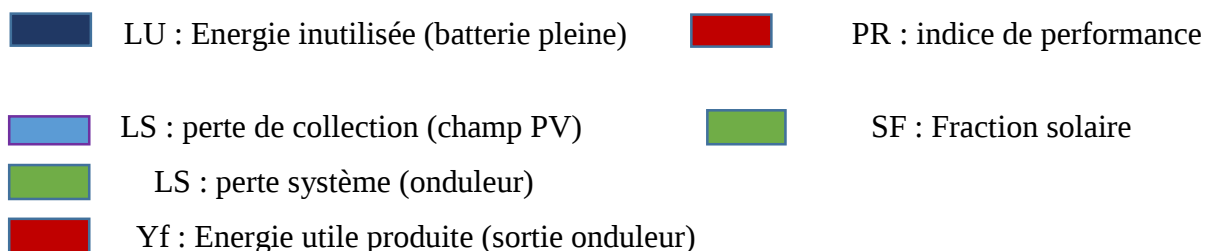
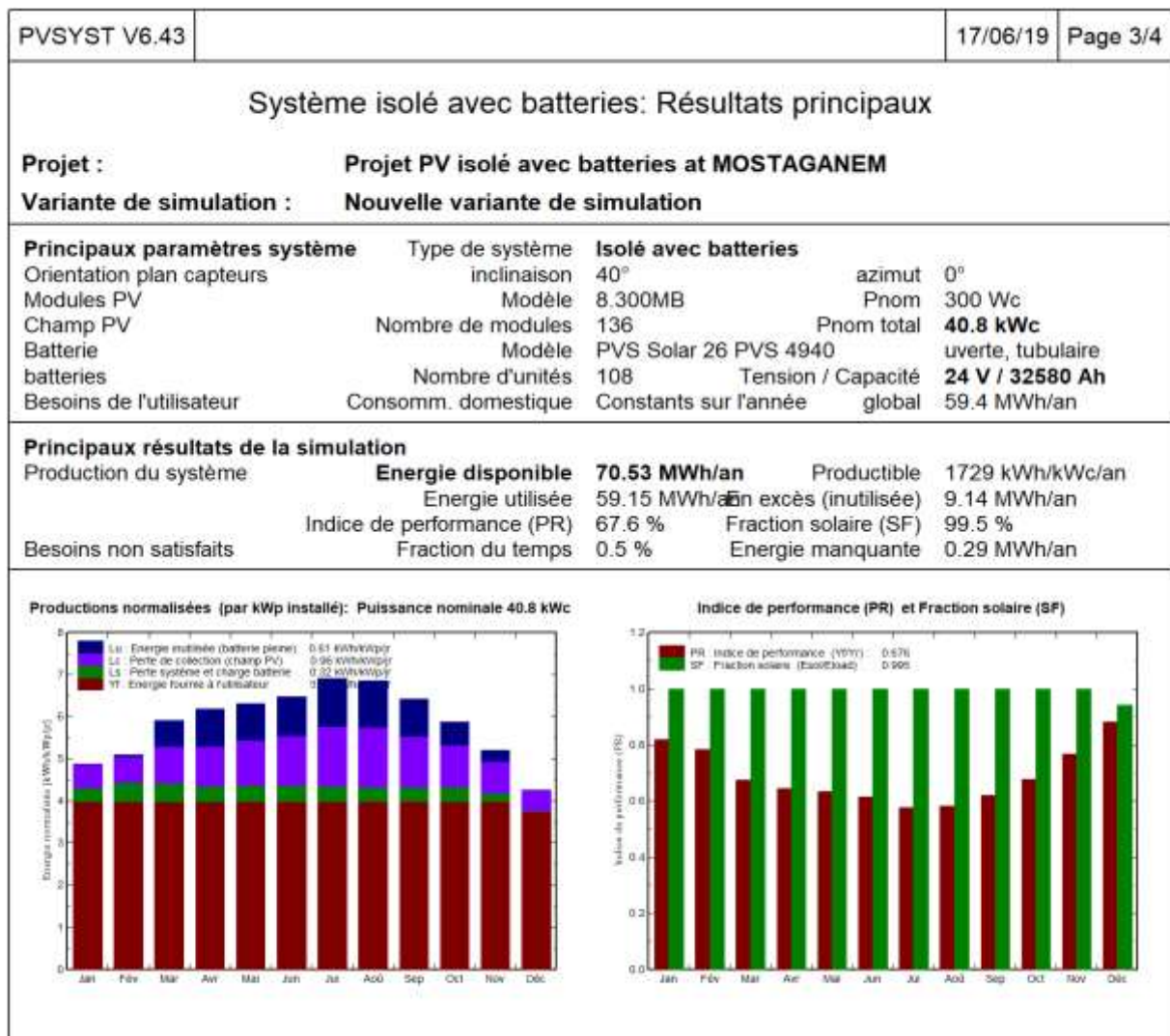
PVSYST V6.43			17/06/19	Page 1/4
Système isolé avec batteries: Paramètres de simulation				
Projet :	Projet PV isolé avec batteries at MOSTAGANEM			
Site géographique	MOSTAGANEM	Pays	Algeria	
Situation	Latitude	36.0°N	Longitude	0.1°E
Temps défini comme	Temps légal	Fus. horaire TU+1	Altitude	104 m
	Albedo	0.20		
Données météo:	MOSTAGANEM	MeteoNorm 7.1 - Synthétique		
Variante de simulation :	Nouvelle variante de simulation			
	Date de la simulation	17/06/19 à 00h22		
Paramètres de simulation				
Orientation plan capteurs	Inclinaison	40°	Azimut	0°
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus	Perez, Meteonorm
Caractéristiques du champ de capteurs				
Module PV	Si-mono	Modèle	8.300MB	
Original PVSyst database		Fabricant	8.33 Solar	
Nombre de modules PV		En série	1 modules	
Nombre total de modules PV		Nbre modules	136	
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	40.8 kWc	
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	33 V	
Surface totale		Surface modules	264 m²	
Facteurs de perte du champ PV				
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (vent)	0.0 W/m²K / m/s
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	0.50 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
Perte diode série	Chute de tension	0.7 V	Frac. pertes	1.9 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes	-0.8 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05
Paramètres du système				
Batterie	Type de système	Système isolé avec batteries		
	Modèle	PVS Solar 26 PVS 4940		
	Fabricant	BAE Secura		
Caractéristiques du banc de batteries	Tension	24 V	Capacité nominale	32580 Ah
	Nombre d'unités	12 en série x 9 en parallèle		
	Température	Fixée (20°C)		
Controller	Modèle	Universal controller with MPPT converter		
Convertisseur	Technologie	MPPT converter	Coeff. de temp.	-5.0 mV/°C/elem.
Battery management control	Efficacité maxi et EURO	97.0/95.0 %		
	Threshold commands as	SOC calculation		
	Charge	SOC = 0.92/0.75	i.e. approx.	29.0/25.1 V
	Décharge	SOC = 0.20/0.45	i.e. approx.	23.3/24.4 V
Besoins de l'utilisateur :	Consomm. domestique moyenne	Constants sur l'année 163 kWh/Jour		

L'ors de notre simulation, l'angle d'inclinaison est de 40°c et les caractéristiques complètes des panneaux, batterie, régulateur de charge et décharge et onduleur de 97 /95 % comme efficacité maximale.

Comme l'illustre le tableau 4, le champ PV sera constitué de 133 modules PV répartis sur une surface de 258 m², comme suit :

- 1 Module connecté en série ;
- 133 Modules connectés en parallèle.

Tableau III.5: Énergie utile produite par le PV (à la sortie de l'onduleur).



L'énergie disponible est de 70.53 Mwh/an, par ailleurs l'énergie utilisée 50.15 Mwh/an. L'indice de performance (PR) vaut 67.6% et la fraction solaire (S F) vaut 99.5%. Le lancement de la simulation nous permet d'accéder aux différents résultats de la conception de notre système photovoltaïque d'une puissance de 164 kW à 25 °c.

La figure (III.3.8) résume les pertes influençant la production du système PV à savoir :

- les pertes ohmiques du câblage, effets d'incidence,
- les pertes dues à la température du champ,
- les pertes dues à la qualité des modules, etc.

Parmi celles-ci, nous remarquons que la contribution la plus importante est celle de l'onduleur qui constitue l'élément essentiel, d'où l'importance de prendre en considération son efficacité.

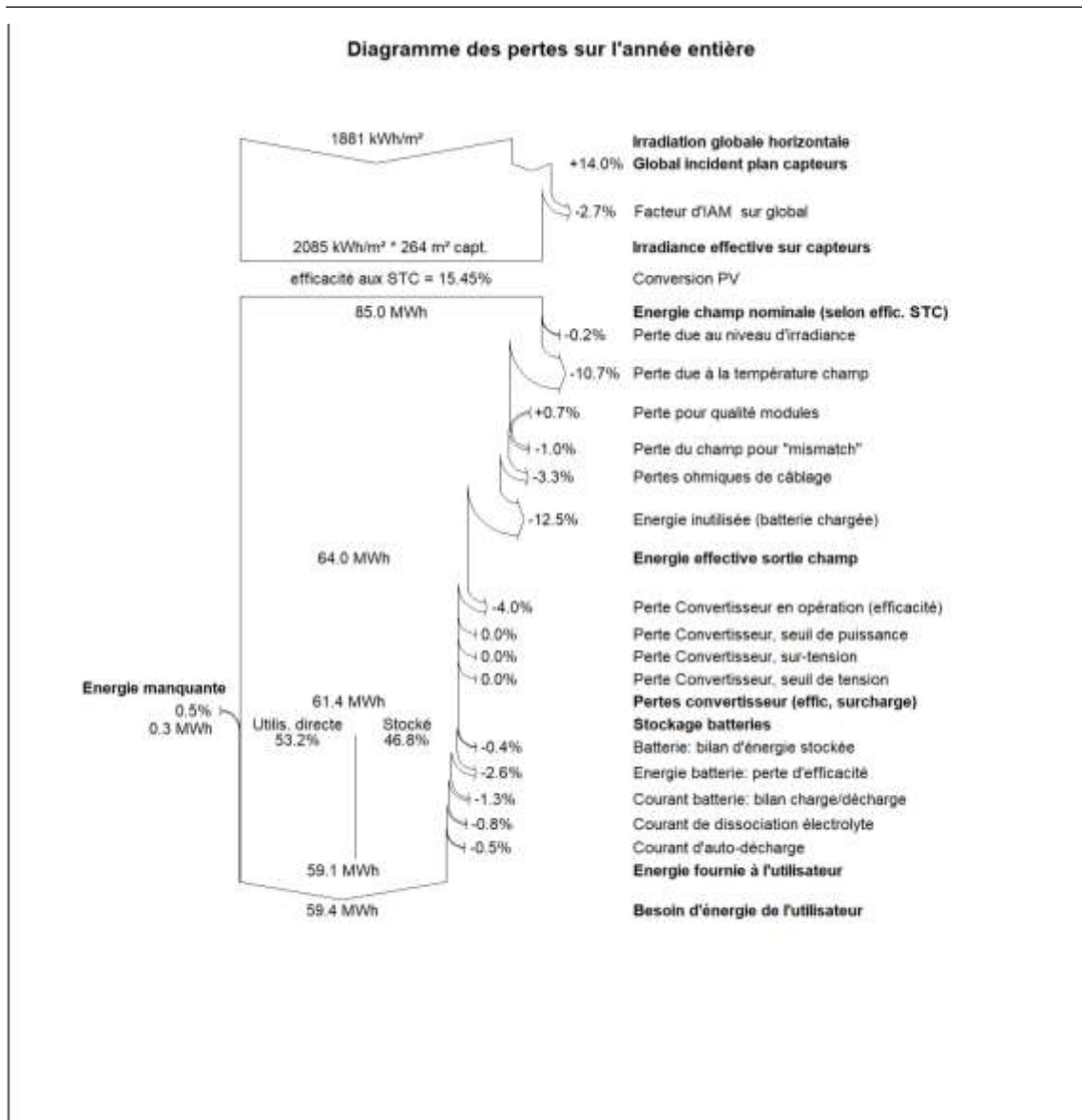
Tableau III.6 : Bilans et résultants principaux du site de MOSTAGANEM.

Nouvelle variante de simulation								
Bilans et résultants principaux								
	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail MWh	EUnused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SolFrac
Janvier	88.6	148.3	5.224	0.000	0.000	5.048	5.048	1.000
Février	99.1	139.5	4.892	0.052	0.000	4.560	4.560	1.000
Mars	150.5	178.9	6.158	0.804	0.000	5.048	5.048	1.000
Avril	179.2	180.0	6.188	1.098	0.000	4.885	4.885	1.000
Mai	214.8	188.8	6.372	1.096	0.000	5.048	5.048	1.000
Juin	225.4	187.3	6.246	1.131	0.000	4.885	4.885	1.000
Juillet	241.7	207.3	6.724	1.476	0.000	5.048	5.048	1.000
Août	212.7	206.3	6.688	1.441	0.000	5.048	5.048	1.000
Septembre	165.9	187.5	6.193	1.117	0.000	4.885	4.885	1.000
Octobre	131.1	178.5	5.962	0.733	0.000	5.048	5.048	1.000
Novembre	95.2	153.1	5.253	0.356	0.000	4.885	4.885	1.000
Décembre	76.4	129.5	4.568	0.000	0.129	4.919	5.048	0.974
Année	1880.6	2085.2	70.469	9.305	0.129	59.308	59.437	0.998

Légendes:	GlobHor	Irradiation globale horizontale	E Miss	Energie manquante
	GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E User	Energie fournie à l'utilisateur
	E Avail	Energie solaire disponible	E Load	Besoin d'énergie de l'utilisateur
	EUnused	Energie inutilisée (batterie chargée)	SolFrac	Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

D'après résultat (tableau III.6) on voit bien que l'énergie produite par le champ photovoltaïque (tableau III.1) est proportionnelle aux valeurs d'énergie incident (Globinc). La production de système (à la sortie de l'onduleur) est représentée sur la figure (III.5). Les pertes L_c et L_s sont respectivement les pertes correspondantes au champ PV est due à l'onduleur.

Tableau III.7! 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.

III.3. Présentation du logiciel de simulation logiciel ETAP 12.6.

Etap est le logiciel le plus puissant dans le domaine des systèmes d'alimentation électrique. A l'aide de ce logiciel, on peut concevoir et analyser le système d'alimentation de la source d'alimentations jusqu'aux charges qui y sont connectées. ETAP propose une suite de solutions

logicielles en génie électrique entièrement intégrée comprenant un arc électrique, flux de charge, court-circuit, stabilité transitoire, coordination des relais, capacité de câble, flux de puissance optimale, etc.

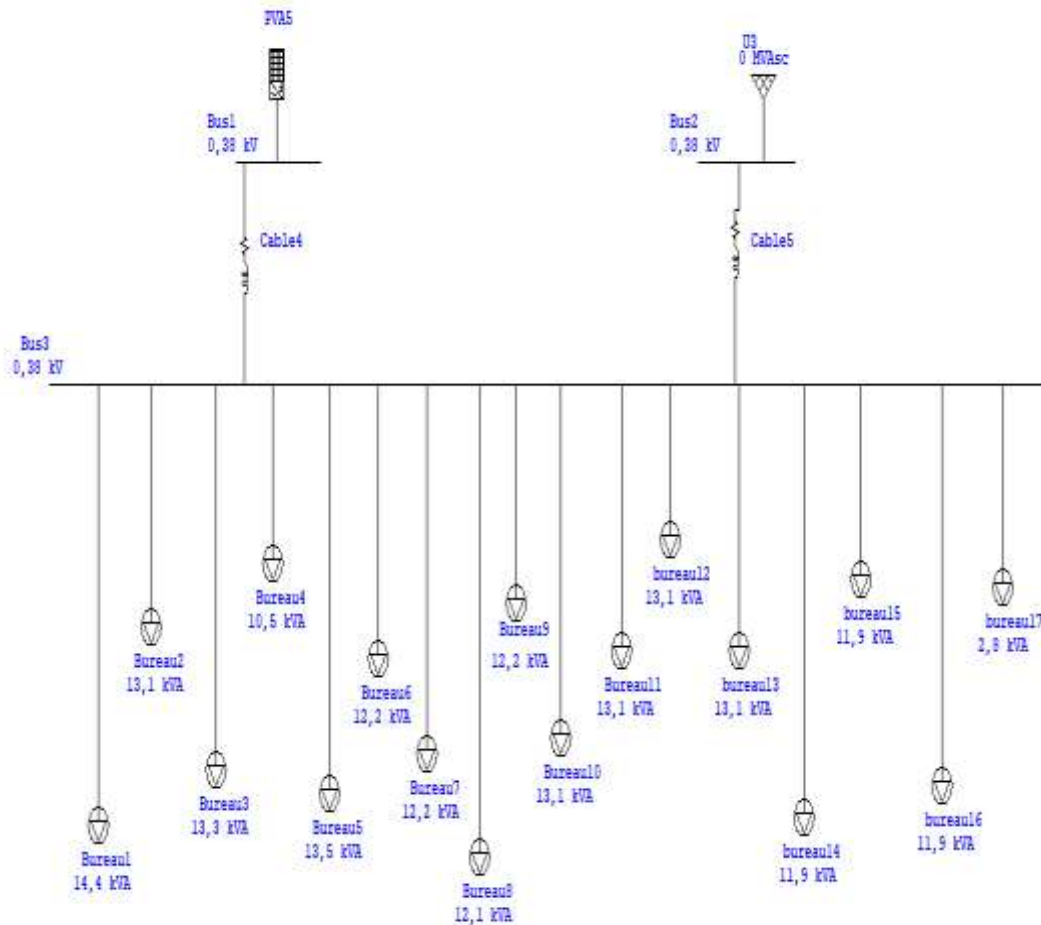


Figure III.9 : les sources de distribution d'énergie

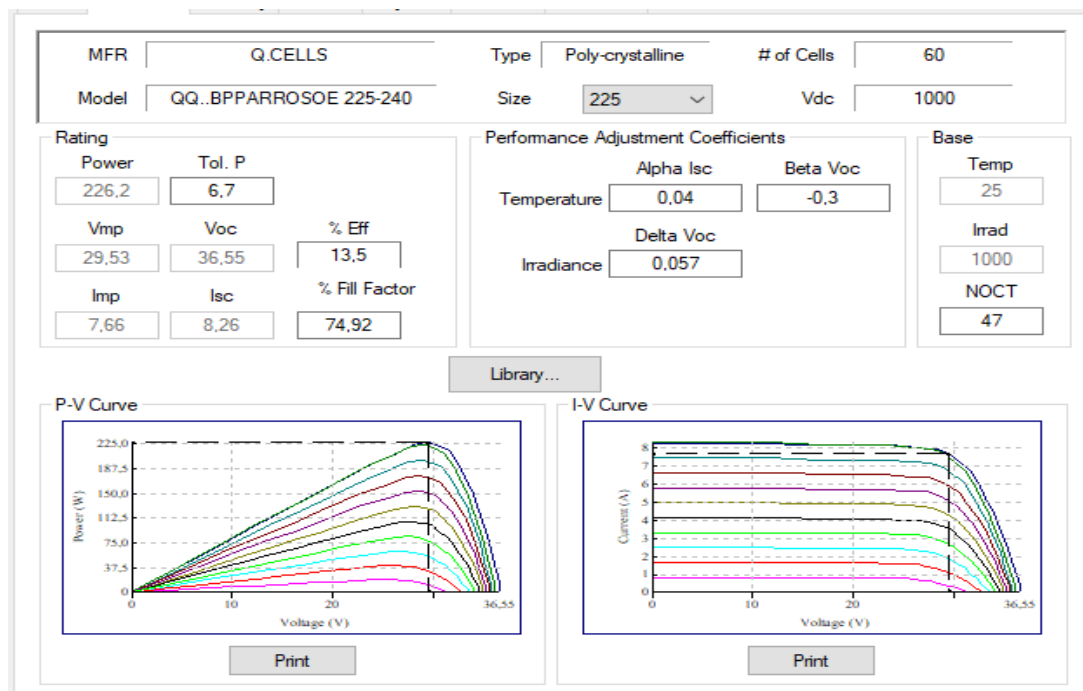
La figure III.9 est notre réseau électrique constitué par deux sources de production d'énergie. La première source produit la totalité de l'énergie pour alimenter les différents récepteurs.

III.3.1. Simulation et rapport

L'une des étapes les plus importantes d'un réseau électrique est son mode d'opération en régime permanent. Afin d'obtenir des informations sur ces points d'opération et d'être en mesure de les gérer pour des raisons de sécurité, de fiabilité ou d'économie.

Le rôle essentiel d'une centrale PV électrique est de pouvoir produire les puissances actives et réactives demandées par les équipements variés qui y sont connectés. Les points de production et de consommation sont reliés entre eux par des lignes de transmission.

Tableau III.8: caractéristique de panneau solaire



Les caractéristiques des panneaux solaires dans le logiciel Etap sont :

La puissance crête 225 Wc a pour tension 29.53 v et courant 7.66 A.

Type de panneau poly-cristallin de 60 cellules.

Tableau III.9: Convertisseur (onduleur)

The screenshot displays the Q.CELLS software interface for configuring an inverter. The top section contains input fields for MFR (Q.CELLS), Model (QQ..BPPARROSOE 225-240), Type (Poly-crystalline), # of Cells (60), Size (225), and Vdc (1000). Below this, the PV Array - Total Rated section shows Volts,dc (29.53), kW,dc (30.311), and Amps,dc (1026.44). The Inverter section shows ID (Inv1), kW (164), V (24), FLA (6833), %EFF (90), kVA (148), kV (0.38), FLA (224.3), and %PF (100). The PV Array to Inverter Cable section shows ID (Cable1), AmrCbl Mar (15 kV), Non-Mag. (3/C), # / Phase (1), Size (2), Length (0) ft, and Cable Editor... button. There is also a Cable Library... button and a Delete Cable button.

L'étude de l'écoulement de puissance est une étape primordiale de toute analyse sérieuse d'un réseau électrique. En effet, elle nous permet de calculer les grandeurs d'un réseau en régime permanent équilibré à savoir les modules et phases des tensions en tout point du réseau.

A partir de ces dernières, on peut calculer les courants dans les lignes de transport, les puissances actives et réactives transitées et les pertes de puissances provoquées lors du transport d'énergie électrique. Cette analyse est très importante pour les études, la planification et l'exploitation d'un réseau électrique.

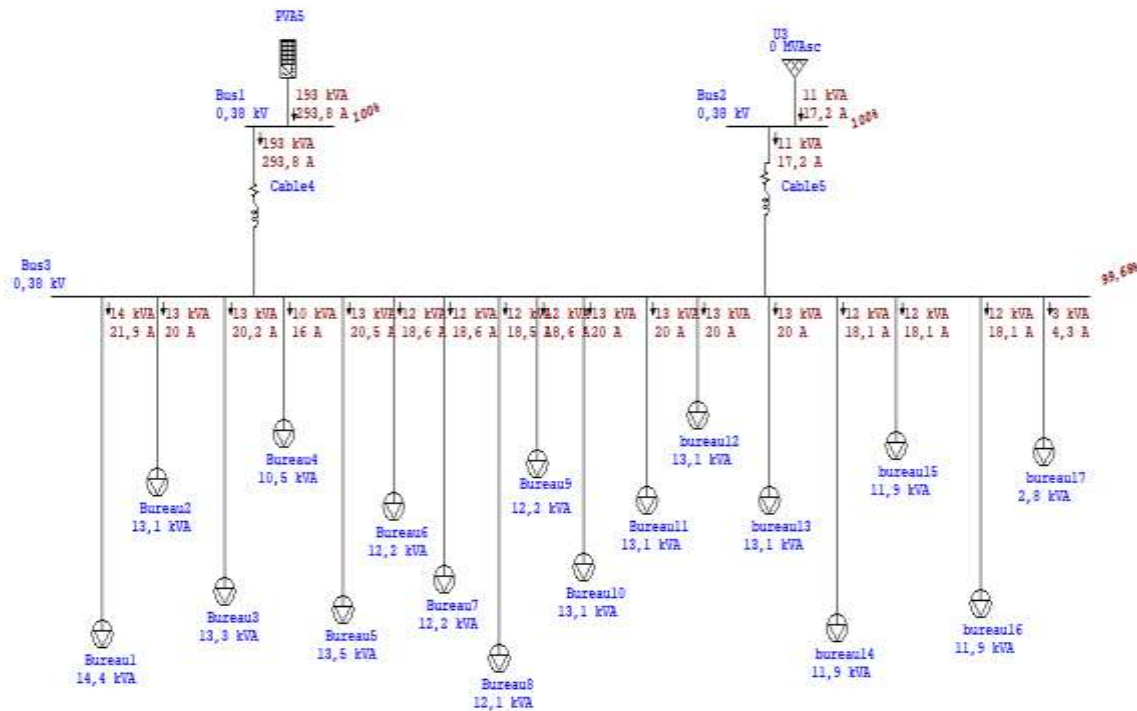


Figure III.10: résultat de distribution d'énergie dans les différents

Discussion des résultats :

D'après les résultats de distribution dans les différents bureaux, on n'a pas eu beaucoup des pertes d'énergies. L'écoulement de la puissance nous aide à bien visualiser la distribution d'énergie. Une des difficultés majeures de la production d'électricité à l'aide d'un système photovoltaïque est son caractère aléatoire. En effet, beaucoup de paramètres tels que : les conditions environnementales, la situation géographique, l'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires, peuvent pour un système donné fournir des résultats très différents.

Pour maîtriser au mieux ces paramètres très fluctuant nous utiliserons le logiciel PVsyst qui a pour rôle de déterminer le nombre des panneaux, le type de régulateur et le nombre de batteries et ainsi que la caractéristique d'onduleur à choisir.

Les résultats obtenus nous ont permis d'installer le nombre de panneaux trouvé, car la surface de bâtiment de Décanat est trop petite, il y aura donc un encombrement sans omettre le facteur plus important : le coût d'investissement qui est très élevé.

III.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons pu déterminer le nombre des panneaux pouvant être installé dans le bâtiment du DECANAT avec les caractéristiques des différents éléments intervenant dans le système PV. Le recours aux différents Logiciel à était en effet important.

IV. Recommandation

Tableaux de recommandation pour diminuer les consommations d'énergies :

Les économies d'énergie correspondent à une diminution de la consommation énergétique.

Dans les bâtiments, les économies d'énergie sont dépendantes du types d'énergie en place, plus ou moins onéreuse ou gratuite comme le solaire, du niveau d'isolation, de la qualité des équipements thermique intérieurs, usage précautionneux et économie des usagers.

Pour mieux utiliser les panneaux solaires chez toi il faut savoir faire des économies d'énergie.

Par exemple

- Choisir des appareils avec un label énergétique
- Utiliser des ampoules à base consommation

Tableau IV.1: tableau de recommandation

	APPAREILS	NOMBRES	PUISSANCES (WATT)	Durée utilisation (heures ou min)	ENERGIES (Wattheure /jour)
BUREAU X	Lampes	42	12	8	4032
	TV/ PC	25	65	8	13000
	FRIGO	2	80	24	3840
	IMPRIMENTE	15	45	1	675
	CLIMATESEUR	15	1100	4	66000
	TELEPHONE	15	6.5	2	195
	CHAUFFAGE	1	1200	2	2400
	Séché à main	1	1800	30min	750
	Chauffe-eaux	1	3000	25min	1250

D'où L'ENERGIE TOTAL= 92142wh/j

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

	Besoins journaliers(B_j)	Besoins Hebdomadaire(B_h)	Besoins mensuels(B_m)	Besoins annuels(B_a)
Besoins en énergie (KWh)	921.42	6449.94	25799.76	309597.12

Nombre de panneau solaire Nb

$$Nb = \frac{Pc}{\text{puissance de panneau}} = \frac{24247.8}{320} = 76$$

Nb = 76 panneaux

Nombre de batterie

Le nombre de batterie est détermine par la formule suivante

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

$$\text{Nombre de batterie} = \frac{14397}{250} = 58$$

Puis on obtient donc 58 batteries pour produit énergie qu'on a besoin.

Dimensionnement de régulateur et onduleur :

➤ Régulateur : $I_T = 334.99 \text{ A}$

D'où on va choisi un régulateur qui peut supporter un courant de 334.99 A

➤ Onduleur : On a puissance de onduleur est 11073 VA



Figure IV.1 Plan de bâtiment

V. Cahier des charges

V.1. Présentation du Décanat

Notre travail consiste à placer le système photovoltaïque dans le bâtiment de Décanat dans la Faculté des Sciences et Technologie.

V.2. L'objectif

L'objectif est de dimensionner une installation de panneaux photovoltaïques permettant de subvenir aux besoins l'électricité du bâtiment du Décanat. Il nous a fallu effectuer le dimensionnement avant de faire l'installation.

Dans un premier temps nous avons effectué le recensement des différents appareils utilisés.

V.3. Dimensionnement

Pour dimensionner la surface de panneaux nécessaires on procède aux étapes suivantes :

Etape 1 : Calcul de l'énergie consommée par jour (*voir bilan des puissances et énergies*)

Etape 2 : Calcul de l'énergie à produire

Pour les systèmes avec parc batterie, le coefficient k est en général compris entre 0,65 et 0,80.

La valeur approchée que l'on utilise pour les systèmes avec batterie sera souvent de 0,75.

Etape 3 : Calcul de la taille du générateur photovoltaïque (ensemble des panneaux) à installer.

V.4. 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.

V.5. Cout des différents appareils :

Tableau V.1 le cout de différents appareils

Les appareils	Nombres	Puissance crête ou capacité Ah	Cout Prix unitaire	Investissement En Euros
Modules photovoltaïques	134	320 watt crête	25000 Dinars	3350000 Dinars

(Monocristallin 72 cellules 320 wc)				
Batteries (Marque GEL Allemand) GEL-12v-250 AH	103	250 Ah	59000 Dinars	6077000 Dinars
Onduleurs Simple de 5 KVA	3	13479.54 V.A	23000 Dinars	69000 Dinars
Régulateur MPPT GSC-F12 24- 80 A	4	374.38 A	19000 Dinars	76000 Dinars
Câblages (Cuivres)	Longueur	Section	20000 Dinars	20000 Dinars
Total investissement en Dinars				9592000 Dinars

V.6. Le rôle des composants

- Le Panneaux solaire : est un dispositif énergétique solaire à base de capteurs solaires thermiques, photovoltaïques, destine à convertir le rayonnement solaire en énergie thermique ou électrique
- Régulateur de charge : sert à contrôler la charge de la batterie et de limiter la décharge. Sa fonction est primordiale car elle a un impact direct sur la durée de vie de la batterie.
- Batterie : La batterie de stockage solaire permet de stocker puis utiliser l'énergie solaire.
- Onduleur : transforme l'énergie continue de 12 v ou 24 v à énergie alternative de 220v.

Câble électrique : un câble électrique est un regroupement de fils conducteurs

Tableau V.2 : Cout investissement pour la recommandation

Les appareils	Nombres	Puissance crête ou capacité Ah	Cout Prix unitaire	Investissement En Euros
Modules photovoltaïques (Monocristallin 72 cellules 270 wc)	80	270watt crête	19000 Dinars	1520000 Dinars
Batteries (Marque GEL Allemand) GEL- 12v-250 AH	58	250 Ah	59000 Dinars	3422000
Onduleurs Simple de 8 KVA	1	7593.18 V.A	24000 Dinars	24000 Dinars
Régulateur MPPT GSC-F12 24- 112 A	2	229.03 A	21000 Dinars	42000 Dinars
Câblages (Cuivres)	Longueur	Section	20000 Dinars	20000 Dinars
Total investissement en Dinars				5028000 Dinars

On peut faire l'installation du bâtiment sans le stockage d'énergie autrement sans les batteries car l'administration travaille seulement dans la journée.

Une installation sans batteries ça coute 1.606.000 Dinars.

Remarque :

Pour les sections des câbles

- Section des conducteurs entre 1 et 2 : entre panneaux et la boîte de jonction

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

$S = 3.2 \text{ mm}^2$ Alors on choisit le câble de section $S = 4 \text{ mm}^2$

- Courant circulant entre 2 et 3 : entre boîte de jonction et régulateur

$S = 33.33 \text{ mm}^2$ Alors on choisit le câble de section $S = 35 \text{ mm}^2$

- Calcul du courant entre 3 et 4 : entre le régulateur et batterie

$S = 14.98 \text{ mm}^2$ Alors on choisit le câble de section $S = 16 \text{ mm}^2$

VI. Conclusion générale

En produisant de l'électricité à partir du rayonnement solaire, l'énergie photovoltaïque contribue amplement à cette nouvelle politique énergétique privilégiant la lutte contre le changement climatique et la préservation des ressources fossiles.

Les outils d'aide au dimensionnement sont souvent des logiciels de simulation de systèmes photovoltaïque. Ils fournissent une estimation de l'énergie produite et de sa distribution, et quantifient les effets perturbateurs de manière à identifier les points faibles du site et optimiser l'ensemble du système photovoltaïque. Ces logiciels calculent notamment le comportement du système et l'ensemble des perturbations pour chaque heure de fonctionnement, à partir des données d'entrée précises : météorologiques, environnementales et nous permettent aussi d'aboutir à des résultats beaucoup plus précis.

Dans le premier chapitre, l'étude théorique nous a aidés à entamer notre travail.

Dans le deuxième chapitre nous avons identifié tous les équipements de notre installation Photovoltaïque. Pour cela, nous avons, le système PV qui alimente l'administration a été dimensionné. Ainsi Pour permettre une alimentation permanente des récepteurs de charge, on a utilisées les batteries solaires.

Ensuite, nous avons appliqué une étude par simulation numérique de l'installation PV de puissance 164kw.

Dans le troisième chapitre les logiciels des simulations que nous avons utilisées comme : Matlab, PVSYST et ETAP répondent correctement aux choix des composants constituant notre installation, plusieurs résultats sont obtenus avec meilleurs perspectives.

Enfin, en perspectives, nous proposons que notre étude sera compléter par un projet pratique.

Perspective : Pour l'économie d'énergie

Profiter de la lumière du jour et diminuer les durées d'utilisation des appareils puissants.

Améliorer l'isolation des murs et des fenêtres (le double ou le triple vitrage permet de diminuer les pertes climatiques).

Références Bibliographiques

- [1]. B. Equer « le pompage photovoltaïque manuel de cours », énergie solaire photovoltaïque
Ellipses 1993
- [2]. 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
- [3]. <https://www.vattenfall.fr/le-mag-energie/electricite/toutes-les-techniques-pour-produire-de-l-electricite>
- [4]. Ministry of energy <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=potentiels>
- [5]. L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
ww2.ac-poitiers.fr/electrotechnique/IMG/pdf/energie_solaire_photovoltaique.pdf
- [6]. <http://www.solaire-guide.fr/onduleurs-photovoltaïques/>
- [7]. <https://www.solaris-store.com/content/39-installer-un-regulateur>
- [8]. <https://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/renovation-par-type/toiture-charpente/toiture-toiture-charpente/avantages-inconvenients-dune-toiture-photovoltaïque-fp-194680.html>
- [9]. Mohamed Amjahdi et Jean Lemale << Adopter le solaire thermique et photovoltaïque >>
Dunod ; paris, 2011
- [10]. Sylvain Brigand << Installations solaires photovoltaïque >> Dimensionnement
Installation et mise en œuvre Maintenance “ Groupe Moniteur (Editions du Moniteur) Paris, 2011
- [11]. Les onduleurs : comment choisi son onduleur ‘ www.europ-computer.com ‘
- [12]. Quels sont les differnts tpyes de batteries solaire < [https : // www.libow.fr](https://www.libow.fr)> [bbog-avis/blog/quels-sont-les –différents –types-de-batterie-solaires/](https://www.libow.fr/bblog-avis/blog/quels-sont-les-differents-types-de-batterie-solaires/)

Annexes1

❖ Présentation de site

La faculté des sciences et de la Technologie de Mostaganem est l'une des plus anciennes structures de l'Université de Mostaganem, regroupant l'ancien institut d'enseignement Supérieur de chimie Industrielle (INES) et l'Ecole Normale Supérieure (ENS).



Annexes 2

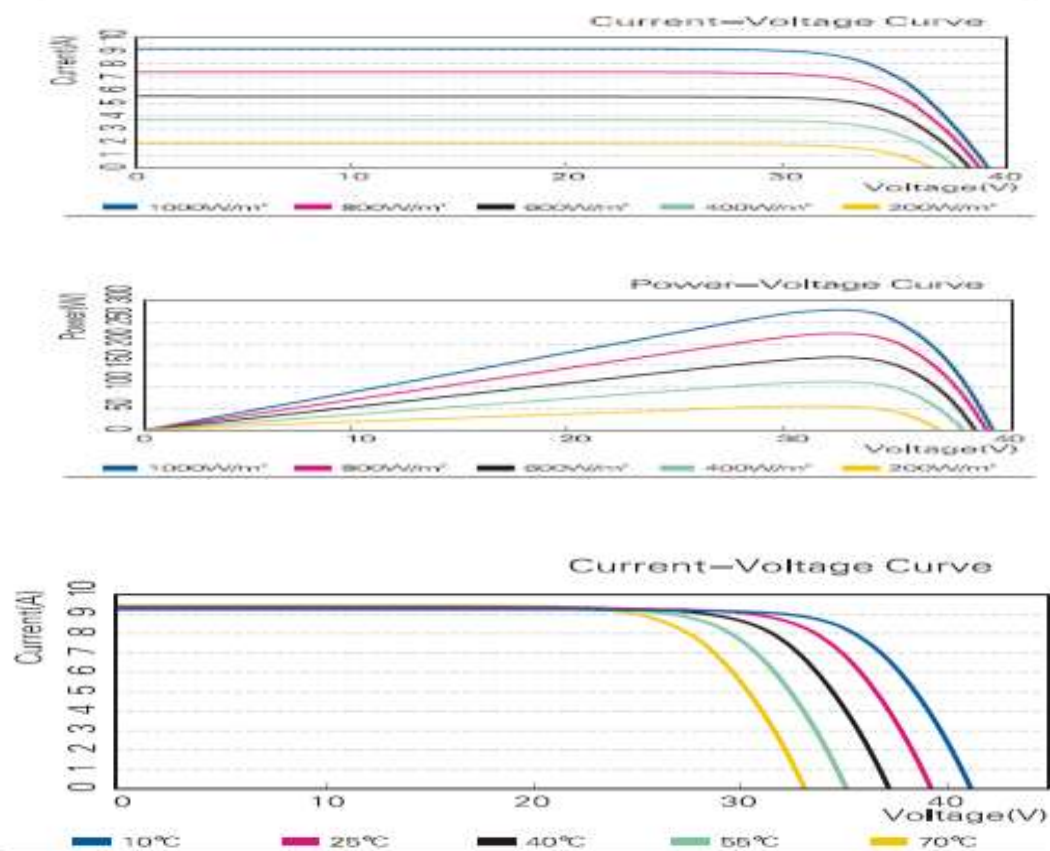
Caractéristique des panneaux solaires

Electrical data

Nominal Power Watt Pmax(Wp)	300Wp	305Wp	310Wp	315Wp	320Wp
Power Output Tolerance Pmax(W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Maximum Power Voltage Vmp(V)	36V	36V	36V	36V	36V
Maximum Power Current Imp(A)	8.33A	8.47A	8.61A	8.75A	8.88A
Open Circuit Voltage Voc(V)	43.2V	43.2V	43.2V	43.2V	43.2V
Short Circuit Current Ioc(A)	9.16A	9.32A	9.47A	9.62A	9.77A
Module Efficiency η (%)	15.50%	15.76%	16.02%	16.28%	16.54%
Maximum system voltage	1000V				
Operating temperature	-40°C to +85°C				
NOCT	45°C to $\pm 2^\circ\text{C}$				
Temperature coefficient of Isc	+0.05%/°C				
Temperature coefficient of Voc	-0.34%/°C				
Temperature coefficient of Pm	-0.42%/°C				

Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice

Curve chart



Annexe 3

Présentation de l'installation photovoltaïque sur le site



Figure VI.1 BATIEMENT AVEC PANNEAUX