

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saâd Dahleb, Blida-1



Faculté de Technologie

Département des Énergies Renouvelables

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Energies Renouvelables

OPTION : Conversion Photovoltaïque

Thème :

**Etude et conception d'alimentation d'un bloc administratif par
les énergies renouvelables - Cité universitaire KRITLI
MOKHTARE -03-**

Présenter par : KALIKA BAKAR

MISSOUMI OUSSAMA

Soutenu devant le jury composé de :

Président	Dr.Ait Sahed Oussama	Université de blida
Encadreur	Dr.Bouzaki Mohammed Moustafa	Université de blida
Examineur 1	Dr. Benahmed	Université de blida
Examineur 2	Dr Boukenoui Rachid	Université de blida

Année universitaire 2021/2022

المخلص

تعتبر الجزائر من الدول التي قطعت شوطا كبيرا في مجال الانتقال الطاقوي ومن أحسن المناطق لاستغلال الطاقات المتجددة ومن أجل استثمار هذه الطاقة قمنا بإجراء دراسة شاملة حول إدارة الإقامة الجامعية كريتلي مختار-03، لتزويدها بالطاقة الكهروضوئية، حيث قمنا بجمع المعلومات الضرورية لكل الأجهزة المستعملة في الإدارة واستهلاكها للطاقة لعمل حسابات أكاديمية وذلك لمعرفة كل ما يناسب من الألواح الشمسية والمحولات والبطاريات وكل ما يخص تركيب النظام الكهروضوئي وما يترتب عنها من فواتير، وذلك استعانا بعدة برامج من بينها برنامج المحاكاة PVsyst وبرنامج تكنولوجيا البناء وبرامج الإضاءة DIALux.

وفي الأخير سنقوم بإجراء مقارنة بين الطاقة المتجددة والطاقة الكلاسيكية (SONALGAZE)، ونتم هذه المقارنة عبر جانبين: الجانب الاقتصادي (التكلفة) والجانب الفني (إمكانية التحقيق والتركيب).

الكلمات المفتاحية:

الطاقة الكهروضوئية، دراسة اقتصادية، برنامج المحاكاة PVsyst , برنامج DIALux

Résumé

L'énergie solaire est l'une des ressources d'énergie renouvelables la plus attractives, nous avons fait une étude sur le bloc de l'administration de la cité universitaire KRITLY MOKHTARE - 03 pour l'alimenter avec l'énergie photovoltaïque, où nous avons collecté les données de consommation électrique d'après l'administration de la cité universitaire, afin de faire un dimensionnement destiné à la connaissance des panneaux solaires, des onduleurs et des batteries avec le schéma de l'installation et le prix de la facture nécessaire, ce dimensionnement fait à l'aide de logiciels PVsyst et logiciel de techniques du bâtiment et de l'éclairage DIALux.

Enfin on a fait une comparaison entre l'énergie renouvelable et l'énergie classique par (SONALGAZE), Cette comparaison est faite en deux aspect : aspect économique (Le coût) et de aspect technique (possibilité de réalisation).

Mots clé :

Energie photovoltaïque, étude économique, logiciel de simulation PVsyst, logiciel DIALux

Abstract

Solar energy is one of the most attractive renewable energy resources, we have made a study on the administration block of the KRITLY MOKHTARE -03 university residence to supply it with photovoltaic energy, where we have obtained the electricity consumption data or dimensioning of solar panels, inverters and batteries by considering the installation scheme and the electricity bill, this dimensioning is done by using both software PVsyst , and DIALux .

Finally, a comparison between renewable energy and conventional energy by (SONALGAZE), this comparison is made in two aspects: economic aspect (cost) and technical aspect (possibility of realization).

Keywords:

Photovoltaic energy, economic study, PVsyst simulation software, DIALux software

REMERCIEMENT

NOUS REMERCIONS ALLAH LE TOUT-PUISSANT DE
M'AVOIR DONNÉ LE COURAGE, LA VOLONTÉ ET LA
PATIENCE DE MENER À TERME CE PRÉSENT TRAVAIL.

JE TIENS À REMERCIER SINCÈREMENT

DR. BOUZAKI MOHAMMED MOUSTAFA POUR SON
ENCADREMENT, SA COMPRÉHENSION, SES CONSEILS, SES
OBSERVATIONS SON AIDE DURANT LA RÉALISATION DE CE
MÉMOIRE.

NOUS REMERCIONS TOUS LES MEMBRES DE JURY POUR
AVOIR ACCEPTÉ DE JUGER CE TRAVAIL.

NOUS REMERCIONS NOS PARENTS, PARENTS ET AMIS QUI
NOUS ONT AIDÉS À FAIRE CE TRAVAIL.

Dédicace

Tous d'abord, je dédie ce modeste travail. À mes chers

Parents

Comment parler de moi sans parler de vous, mes chers parents, tous les mots ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction, orientation, mon arrivage à la réussite et mon Bien-être.

À mes chers frères, pour votre aide, patience et soutien

à tous mes amies et à la mémoire de mon amie

ISMAIL DJEFAL.

Mon binôme.

Toutes les personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long de mes études.

Oussama

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À :

Mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes

Sincères sentiments.

Mon frère OUMAR, SADDAM, KASSIM et TIYAB.

Ma Sœur.

Toute ma famille.

Mon binôme.

Mes amis OUNEDJA ABDELWAHEB, BAHCENNE MED
AMINE, BERBOUCHI ELBAKAY.

Toutes les personnes qui m'ont encouragé ou aidé

Au long de mes études.

La mémoire de tous les êtres chers que j'ai perdus.

KALIKA BAKAR

SOMMAIRE

Introduction générale :.....	1
CHAPITRE I : Généralités sur l'énergie solaire et les systèmes photovoltaïques	
Introduction.....	1
I.1. Le Soleil :.....	1
I.2. Rayonnement solaire.....	1
I.3. Composantes du rayonnement solaire	2
I.3.1. Rayonnement direct.....	2
I.3.2. Rayonnement diffus	2
I.3.3. Rayonnement réfléchi	2
I.3.4. Rayonnement global	2
I.4. Appareils de mesure du rayonnement solaire	3
I.4.1. Pyrhéliomètres	3
I.4.2. Pyranomètre.....	3
I.4.3. Pyrromètres.....	3
I.4.4. L'héliographe.....	3
I.5. Energie solaire photovoltaïque	4
I.6. Composants du système photovoltaïque :.....	4
I.6.1. Le générateur photovoltaïque :.....	4
I.6.2. L'Onduleur	7
I.6.3. Les Batteries	10
I.6.4. Le Régulateur.....	14
I.7. Les types des systèmes photovoltaïques	16
I.7.1. Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau	17
I.7.2. Les systèmes photovoltaïques autonomes	17
I.7.3. Les systèmes solaires hybrides.....	19
CHAPITRE II : Présentation et description du site étudié	
Introduction :.....	21
II.1. Présentation	21
II.1.1. Situation Géographique	21
II.2. L'orientation L'inclinaison des modules photovoltaïques.....	22
II.2.1. L'orientation des modules photovoltaïques	22
II.2.2. L'inclinaison des modules photovoltaïques	22
II.3. Les besoins électriques :.....	22
II.4. Ombrage ou repérage des masques	25

II.4.1. Les masques lointains.....	25
II.4.2. Les masques porches.....	26
Conclusion	27
CHAPITRE III : Dimensionnement et installation du système photovoltaïque	
Introduction.....	28
III.1. Les logiciels utilisés pour faire le dimensionnement.....	28
III.1.1. Présentation d'AutoCAD.....	28
III.1.2. Utilisation d'AutoCAD.....	28
III.1.3. Présentation de DIALux	29
III.1.4. Présentation de PVSyst.....	29
III.2. Dimensionnement analytique :	30
III.2.1. Calcul de l'énergie produite requise par l'installation	31
III.2.2. Calcul de la puissance de l'onduleur	31
III.2.3. Les nombres des batteries	32
III.2.4. Détermination du nombre des panneaux solaires :	32
III.2.5. Choix le type de luminaire.....	34
III.2.6. Redimensionnement avec l'économisassions de la consommation.....	37
III.2.7. Tension nominale	38
III.2.8. Calcul de l'énergie produite requise par l'installation après optimisation	38
III.2.9. Calcul de la puissance de l'onduleur après optimisation	38
III.2.10. Les nombres des batteries après optimisation	38
III.2.11. Détermination du nombre des panneaux solaires après optimisation.....	39
III.3. Comparaison et étude technico-économique d'un système photovoltaïque autonome – réseau SONELGAZ.....	40
III.3.1. Coûts du projet photovoltaïque :	40
III.3.2. Coûts de SONALGAZ :	40
III.4. Interprétation	44
Conclusion	44
Conclusion générale	
Conclusion générale	45
Annexes	49
Références	58

Lists des figures

Figure I-1: spectre du rayonnement solaire	2
Figure I-2: Les composantes du rayonnement global sur un plan horizontal	3
Figure I-3: Les différents types des cellules photovoltaïques	5
Figure I-4: Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante	5
Figure I-5 : Variation de P(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante	6
Figure I-6:Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante	6
Figure I-7 : Variation de P(V) d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante	7
Figure I-8 : conversion DC / AC	7
Figure I-9: Onduleurs à branche standard	8
Figure I-10: Onduleur solaire de batterie	8
Figure I-11: Onduleur hybride	9
Figure I-12 : Onduleur connecté au réseau pour un système solaire	9
Figure I-13:La batterie plomb ouvert	11
Figure I-14: La batterie solaire AGM	12
Figure I-15:La batterie solaire Gel	13
Figure I-16:La batterie solaire maison lithium	13
Figure I-17:Régulateur de charge	14
Figure I-18: Schéma du régulateur shunt	15
Figure I-19:Schéma du régulateur série	16
Figure I-20: Systèmes photovoltaïque connectés au réseau sans batteries	17
Figure I-21 : les systèmes photovoltaïques autonomes (avec batterie)	18
Figure I-22: les systèmes photovoltaïques isolé sans batterie (pompage solaire)	18
Figure I-23: Les systèmes solaires hybrides	19
Figure II-1 Localisation géographique de la cité Universitaire 03 Blida sur google map.....	21
Figure II-2 Les montagnes de CHREA représentent un masque lointain	26
Figure II-3 les arbres représentent un masque proche	26
Figure III-1:menu principale de L'AUTOCAD	28
Figure III-2: menu principale de DIALux evo	29
Figure III-3:menu principale de PVsust	30
Figure III-4 : menu principale de DIALuxevo	34
Figure III-5: la conception de bloc administratif.....	34
Figure III-6: importer le plan à logicielle DIALUXevo.....	35
Figure III-7: représentation le plan on 3D	35
Figure III-8 : la fiche technique des lampes choisie.....	36
Figure III-9 La distribution des lampes pour le Plant de l'administration	36
Figure III-10 liste de luminaires	37

Liste des tableaux

Tableau II-1: besoin électrique de Bureau du directeur	23
Tableau II-2: besoin électrique de Bureau du secrétariat	23
Tableau II-3: besoin électrique de Bureau du directeur adjoint	23
Tableau II-4: besoin électrique de Bureau de l'Information et de la Communication	23
Tableau II-5: besoin électrique de Bureau d'intérêt des utilisateurs	24
Tableau II-6: besoin électrique de Bureau Hébergement et transports	24
Tableau II-7: besoin électrique de Bureau de sécurité.....	24
Tableau II-8: besoin électrique de Bureau d'alimentation.....	24
Tableau II-9: besoin électrique de Bureau de finance.....	25
Tableau II-10:Les besoins électriques total du bloc administratif.....	25
Tableau III-1 Besoins énergétiques journalières	31
Tableau III-2 : les caractéristiques de panneau.....	32
Tableau III-3 les besoins électriques après l'optimisation	37
Tableau III-5 : coûts du photovoltaïque	40
Tableau III-6 : Le prix de la consommation d'électricité avec SONALGAZ.....	41
Tableau III-7 : le prix de consommation électrique pour les climatiseurs pour un trimestre.....	42
Tableau III-8: résumé des résultats	43

Introduction générale :

Introduction générale

La grande partie de l'énergie consommée dans le monde provient de gisements de combustibles fossiles notamment le pétrole, le gaz naturel, le charbon...etc. Ces énergies fossiles, en plus des problèmes environnementaux qu'elles causent, elles sont en voie de disparition. Il est donc indispensable d'utiliser de nouvelles énergies dès aujourd'hui comme les énergies renouvelables, pour répondre aux besoins humains. On cite parmi ces énergies le solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, la géothermie, la biomasse.

La production d'énergie basée sur l'énergie solaire photovoltaïque possède un potentiel important parmi toutes les énergies renouvelables disponibles. Elle est propre, silencieuse, gratuite et disponible sur une grande partie du globe terrestre, en plus de l'absence de risque d'épuisement. Son exploitation sur l'échelle planétaire dépasse les centaines de gigawatt et pourra être dans le futur, la première source de l'énergie électrique.

La conversion directe de l'énergie solaire en celle électrique, appelée « Effet photovoltaïque » a été découvert en 1939 par Antoine BECQUEL et fut approfondie plus tard par les scientifiques. Cette conversion se fait par le biais de la production et du transport des charges électriques sous l'effet de la lumière dans un matériau semi-conducteur dont le plus utilisé est le silicium à partir duquel les cellules photovoltaïques sont fabriquées.

Cependant, si on veut utiliser et concevoir un système d'alimentation photovoltaïque autonome, il est impératif de prévoir un dispositif de production (module), stockage (batterie), régulation (régulateur), conversion (onduleur), selon des critères, le cas et les besoins.

L'objectif de ce modeste travail est donc l'étude technico-économique d'un système photovoltaïque autonome, ce mémoire est partagé en trois chapitres :

Le premier chapitre consiste à donner des généralités sur l'énergie solaire et sur l'énergie photovoltaïque autonome en particulier.

Dans le deuxième chapitre, on a fait une présentation du site étudié.

Le troisième chapitre, à pour le but de dimensionner un système photovoltaïque autonome avec la méthode analytique et à l'aide de :

- Logiciel de simulation (**PVsyst**)
- Logiciel de dessin technique **AutoCAD**
- Logiciel de techniques du bâtiment et de l'éclairage **DIALux**, ce dernier permet de calculer de la lumière du jour et la lumière artificielle à l'extérieur ou dans un espace intérieur.

Dans le troisième chapitre aussi, nous ferons une comparaison économique entre le coût d'une installation photovoltaïque autonome et une alimentation via le réseau SONELGAZ.

-Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I : Généralités sur l'énergie solaire et les systèmes photovoltaïques

Introduction

Au début de ce chapitre on fait appel à quelques bases indispensables dans le domaine de l'énergie solaire en général et de l'énergie photovoltaïque en particulier. Nous aborderons en premier lieu quelques notions fondamentales d'astronomie qui donnent des informations sur le rayonnement reçu par le sol (diffus et direct), une brève description des semi-conducteurs et les cellules avec leurs principes de fonctionnement et Nous décrirons ensuite, le stockage et les différents modes de fonctionnement existant ainsi que la régulation et la conversion, et enfin les différents types de systèmes photovoltaïques.

I.1. Le Soleil :

Le soleil est une étoile parmi tant d'autres. Il a un diamètre de 1390000 km, soit environ 50 fois celui de la terre. Il est composé à 80% d'hydrogène, 19% d'hélium et 1% d'un mélange de 100 éléments, soit pratiquement tous les éléments chimiques connus depuis que Langevin et Perrin, s'appuyant sur la théorie de la relativité d'Einstein, ont émis l'idée il y a une soixantaine d'années que c'est l'énergie de fusion nucléaire qui fournit au soleil sa puissance, il est aujourd'hui admis que le soleil est une bombe thermonucléaire hydrogène hélium transformant chaque seconde 564 millions de tonnes d'hydrogène en 560 millions tonnes d'hélium; la réaction se faisant dans son noyau à la température d'environ 25 millions de degrés Celsius. Ainsi, à chaque seconde, le soleil est allégé de 4 millions de tonnes dispersées sous forme de rayonnement. Sa lumière, à une vitesse de 300000 km/s, met environ 8 minutes pour parvenir à la terre. [1].

I.2. Rayonnement solaire

Le soleil émet un rayonnement électromagnétique compris dans une bande de longueur d'onde variant de 0,22 μ m à 10 μ m. La figure (I.1) représente la variation de la répartition spectrale énergétique. L'énergie associée à ce rayonnement solaire se décompose approximativement à : - 9% dans la bande des ultraviolets (0,8 μ m). L'atmosphère terrestre reçoit ce rayonnement à une puissance moyenne de 1,37 kW/m², a plus ou moins 3%, selon que la terre s'éloigne ou se rapproche du soleil dans sa rotation autour de celui-ci. L'atmosphère en absorbe toutefois une partie, de sorte que la quantité d'énergie atteignant la surface terrestre dépasse rarement 1200 W/m². La rotation et l'inclinaison de la terre font également que l'énergie disponible en un point donné varie selon la latitude, l'heure et la saison. Enfin, les nuages, le brouillard, les particules atmosphériques et divers autres phénomènes météorologiques causent des variations horaires et quotidiennes qui tantôt augmentent, tantôt diminuent le rayonnement solaire et le rendent diffus. [2]

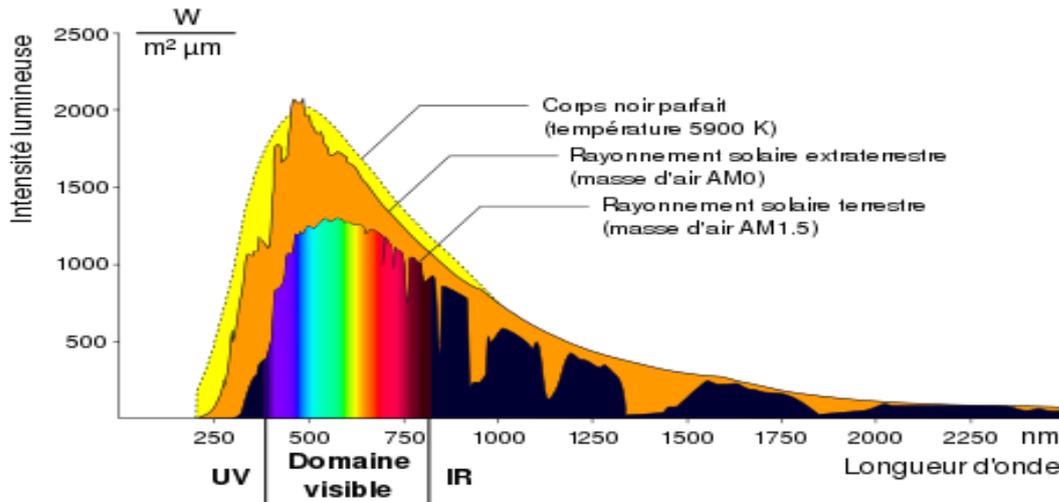


Figure I-1: spectre du rayonnement solaire [2]

I.3. Composantes du rayonnement solaire

Lors de la traversée de l'atmosphère, le rayonnement solaire subit diverses déperditions du fait de son absorption par les gaz atmosphériques et la vapeur d'eau. Donc, on distingue trois composantes

I.3.1. Rayonnement direct

Le rayonnement direct c'est le rayonnement reçu directement de soleil sans diffusion par l'atmosphère.

I.3.2. Rayonnement diffus

Le rayonnement diffus c'est le rayonnement solaire provenant de toute la voûte céleste, le rayonnement est dû à l'absorption et à la diffusion d'une partie du rayonnement solaire par l'atmosphère (les molécules d'air, les gouttelettes d'eau, les poussières, ...) et à sa réflexion par les nuages.

I.3.3. Rayonnement réfléchi

Le rayonnement réfléchi c'est le rayonnement solaire qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant sur sa surface. Ce rayonnement dépend de l'albédo du sol (environnement du site), et il peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (neiges, eau, etc.). Il faudra en tenir compte pour évaluer le rayonnement sur des plans inclinés. Donc, le rayonnement global est la contribution de diverses composantes du rayonnement solaire.

I.3.4. Rayonnement global

Est la somme de tous les rayonnements reçus, y compris le rayonnement réfléchi par le sol et les objets qui se trouvent à sa surface, Il est mesuré par un pyranomètre.

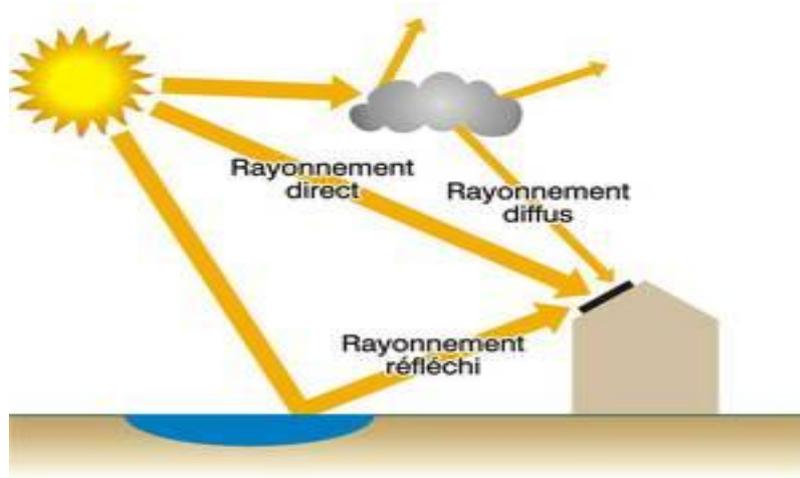


Figure I-2: Les composantes du rayonnement global sur un plan horizontal [2]

I.4. Appareils de mesure du rayonnement solaire

Il existe plusieurs appareils de mesure de rayonnement solaire avancée pour obtenir des résultats précis, et sont varié en fonction de son rôle.

I.4.1. Pyrhéliomètres

Mesurent le rayonnement solaire direct (c'est-à-dire le rayonnement d'une petite partie du ciel contenant tout le soleil) en incidence normale ; on les appelle aussi actinomètres. Les pyrhéliomètres sont constitués d'un tube muni de diaphragmes et pointé vers le soleil. Au fond de ce tube, se trouve un récepteur thermique non sélectif qui absorbe le rayonnement et le transforme en chaleur. Cette chaleur sert à élever la température d'un solide ou d'un fluide et on mesure cette élévation de température.

I.4.2. Pyranomètre

Sont des capteurs de flux thermique, permet de mesurer le rayonnement global du ciel (sa luminosité), utilisant pour la mesure de la quantité d'énergie solaire. Ils sont parfois appelés solarimètres.

I.4.3. Pyrromètres

Mesurent le rayonnement total de grande comme de courte longueur d'onde provenant d'un angle solide 2π . Les pyrromètres sont destinés à mesurer le rayonnement total, dans la bande $0.2\mu\text{m} - 100\mu\text{m}$, arrivant sur une surface plane à partir d'un angle solide 2π . Leur surface sensible est noire et elle a une émissivité élevée. Si on connaît la température et l'émissivité de la surface, on peut en déduire le rayonnement total.

Les pyrromètres différentiels possèdent deux surfaces sensibles, l'une dirigée vers le sol, l'autre vers le ciel. La différence de température entre ces deux surfaces ΔT est généralement très faible. Par ailleurs, elles ont la même émissivité. Leur rayonnement propre s'élimine donc: ΔT est proportionnel à la différence entre le rayonnement provenant du ciel et celui provenant du sol.

I.4.4. L'héliographe

C'est un capteur qui utilisé dans le but de mesurer la valeur journalière de la durée d'ensoleillement en un point de la surface de la terre [2]

I.5. Energie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) c'est une action de la conversion directe de l'énergie provenant de photons, compris dans le rayonnement lumineux (solaire ou autre) en énergie électrique. Elle utilise pour ce faire des modules photovoltaïques composés de cellules ou de photopiles fabriqués avec des matériaux sensibles aux longueurs d'ondes du visible comme : Silicium, polycristallin, monocristallin, qui réalisent cette transformation d'énergie.

I.6. Composants du système photovoltaïque :

I.6.1. Le générateur photovoltaïque :

Le générateur photovoltaïque est composé par des cellules photovoltaïques qui servent à convertir l'énergie lumineuse du Soleil en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques sont des dispositifs à semi-conducteurs, généralement faits de silicone. Elles ne mettent en œuvre aucun fluide et ne contiennent pas de substances corrosives, ni aucune pièce mobile. Elles produisent de l'électricité du moment qu'elles sont exposées au rayonnement solaire. Elles ne nécessitent pratiquement aucun entretien ; elles ne polluent pas et ne produisent aucun bruit. Les cellules photovoltaïques sont donc la façon la plus sûre et la plus écologique de produire de l'énergie.

I.6.1.1. Technologies et types de cellules photovoltaïque à base de silicium :

Il existe trois types principaux de cellules :

a- Les cellules mono-cristalline

La cellule monocristalline qui s'approche le plus du modèle théorique : cette cellule est effectivement composée d'un seul cristal divisé en deux couches. [3]

Ces cellules souffrent néanmoins des inconvénients :

- Première génération de photopiles.
- Un taux de rendement excellent de 15 % et jusqu'à 24 % en labo
- Méthode de production laborieuse et difficile, et donc, chère.

b- Les cellules polycristallines

Les cellules polycristallines sont composées d'un agglomérat de cristaux. Elles aussi proviennent du sciage de blocs de cristaux, mais ces blocs sont coulés et sont dès lors hétérogènes. [3]

Les cellules poly- cristallines est caractérisées par :

- Coût de production moins élevé.
- Procédé moins gourmand en énergie.
- Rendement de 13 % et jusqu'à 20 % en labo. [4]

c- Les cellules amorphes

Le silicium amorphe, apparu en 1976. Sa structure atomique est désordonnée, non cristallisée, mais il possède un coefficient d'absorption supérieur à celui du silicium cristallin. Cependant, ce qu'il gagne en pouvoir d'absorption, il le perd en mobilité des charges électriques (rendement de conversion faible). [3]

- Coût de production bien plus bas.
- Rendement de seulement 6 % par module et de 14 % en labo.
- Fonctionne sous très faible éclaircissement. [4]



Figure I-3: Les différents types des cellules photovoltaïques [4]

I.6.1.2. Comportement d'un générateur photovoltaïque

a- Influence de l'ensoleillement

L'objectif ici dans cette étude est de montrer l'influence de certain nombre de paramètres extérieurs telle que (l'ensoleillement ou irradiation, la température) sur le générateur PV. Les graphes suivants représentent les caractéristiques P(V) et I(V) respectivement d'un générateur photovoltaïque pour une température constante ($T=25^{\circ}\text{C}$) et un ensoleillement variable.

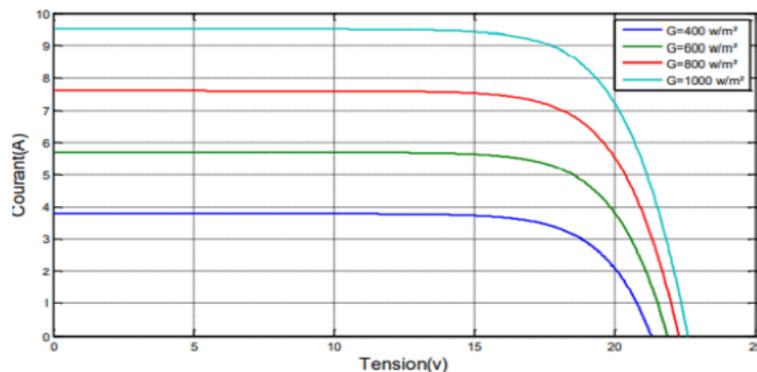


Figure I-4: Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante [5]

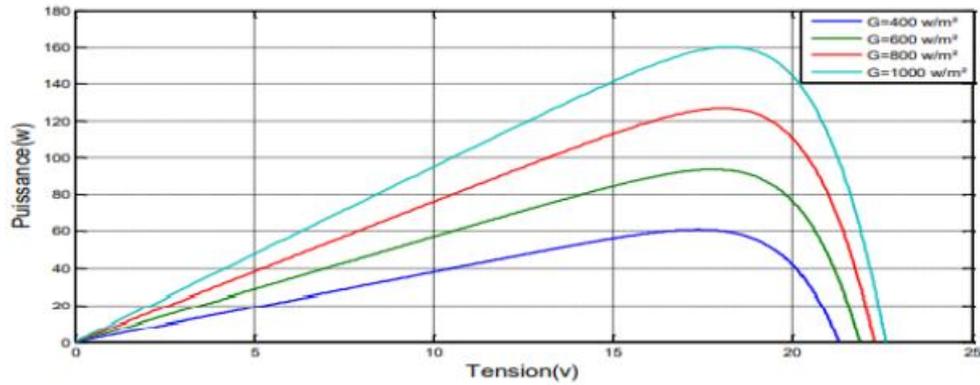


Figure I-5 : Variation de P(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante [5]

Il est clair que la valeur du courant de court-circuit est directement proportionnelle à l'intensité du rayonnement. Par contre, la tension en circuit ouvert ne varie pas dans les mêmes proportions, mais reste quasiment identique même à faible éclairement. Ceci implique donc que :

- La puissance optimale de la cellule (P_{max}) est pratiquement proportionnelle à l'éclairement.
- Les points de puissance maximale se situent à peu près à la même tension.

b- Influence de la température

Les graphes suivants représentent des courbes I(V) et P(V) pour différentes températures de fonctionnement du module photovoltaïque à une irradiation constante

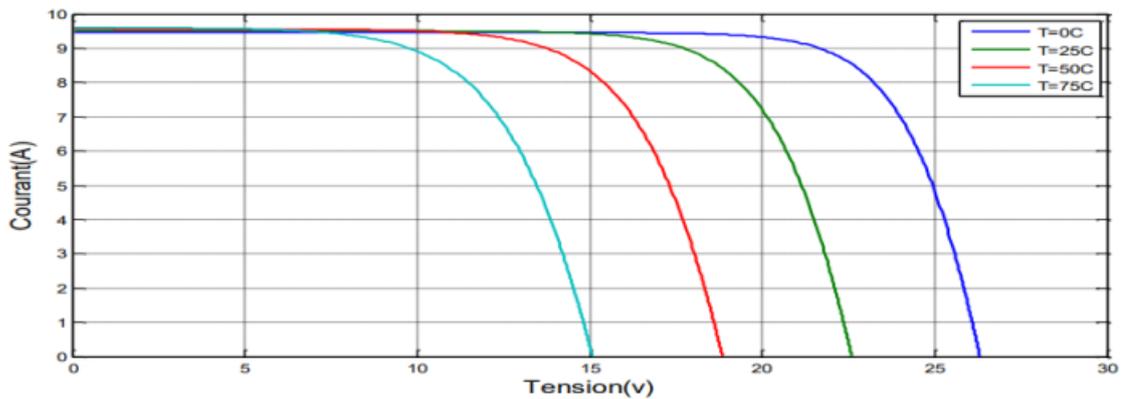


Figure I-6: Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante [5]

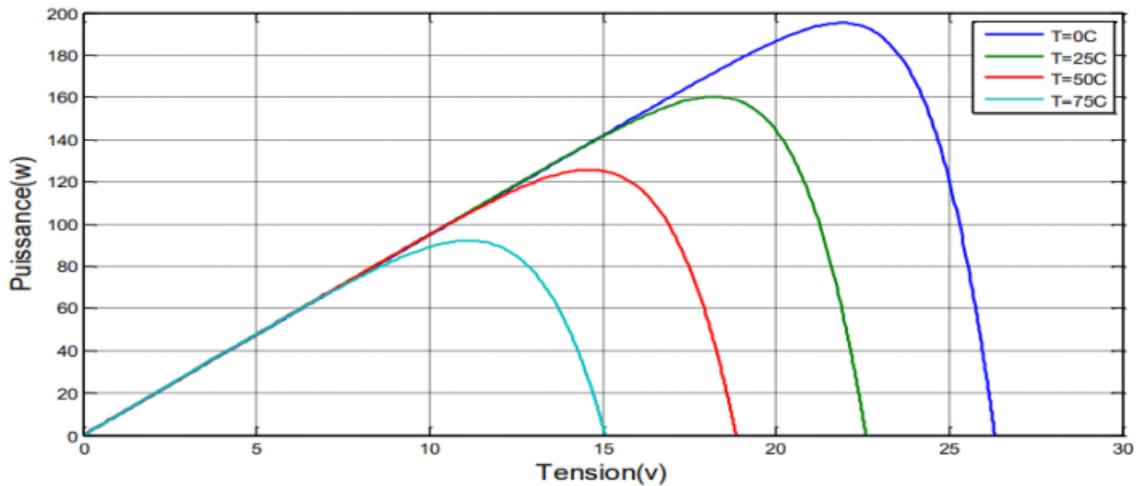


Figure I-7 : Variation de P(V) d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante [5]

Nous remarquons que la température a une influence négligeable sur la valeur du courant de court-circuit. Par contre, la tension en circuit ouvert baisse assez fortement lorsque la température augmente.[5]

I.6.2. L'Onduleur

Un onduleur est un convertisseur statique assurant la conversion d'énergie électrique de la forme continue (DC) à la forme alternative (AC) (Figure.8). C'est la fonction inverse d'un redresseur. En fait, cette conversion d'énergie est assurée à l'aide d'un dispositif de commande (semi-conducteurs). Il permet d'obtenir aux bornes du récepteur une tension alternative réglable en fréquence et en valeur efficace. La tension de sortie d'un onduleur a une forme d'onde périodique qui n'est pas sinusoïdale, mais qui peut être très proche de la forme d'onde souhaitée [5].

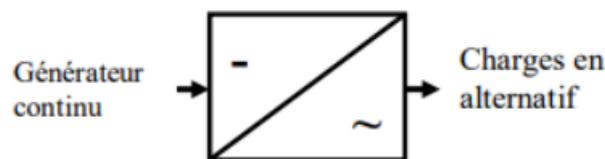


Figure I-8 : conversion DC / AC [5]

I.6.2.1. Fonctionnement

La création d'une sinusoïde à partir d'une tension continue s'obtient grâce à des impulsions de tension de largeur bien déterminée, cette technologie fait appel à la MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion) ou PWM (Pulse width Modulation) [5].

L'onduleur doit tolérer une large plage de tension en entrée (-10% à +30%) à cause des variations de tension nominale de la batterie selon les différentes conditions de fonctionnement.

I.6.2.2. Types des onduleurs

Les onduleurs sont classés selon le type d'application et leurs performances, Il existe différents types d'onduleurs :

a- Onduleurs à branche standard (Standard String Inverters)

Un onduleur de branche est une unité autonome, généralement installée près de votre boîte à fusibles et de votre compteur électrique, et qui crée du courant alternatif (CA) à partir de chaînes de panneaux. Un onduleur de branche est un onduleur central avec des entrées pour des "branches" de panneaux à faire fonctionner en une seule unité. Les panneaux sont câblés en série, et l'extrémité de la chaîne se branche sur l'onduleur. Les onduleurs en chaîne peuvent comporter plusieurs entrées. Un onduleur à chaîne standard ne permet pas à lui seul d'intégrer une batterie. Vous devrez installer un onduleur de batterie séparé [5]



Figure I-9: Onduleurs à branche standard [5]

b- Les onduleurs de batterie

Les onduleurs de batterie sont responsables de la charge et de la décharge de l'électricité stockée dans une batterie solaire. Les onduleurs de batterie sont souvent installés à côté d'un onduleur de chaîne standard, avec lequel il sera couplé en courant alternatif [5].

Les onduleurs à batterie peuvent souvent être installés facilement et rapidement dans les systèmes PV solaires.



Figure I-10: Onduleur solaire de batterie [5]

c- Onduleur hybride :

Un onduleur hybride (smart-grid) permet de choisir et d'orienter l'énergie renouvelable, l'énergie du réseau et l'énergie du stockage en fonction de la consommation.

Ce système permet aussi de choisir si l'électricité provenant des panneaux photovoltaïques doit être stockée ou consommée par un appareil piloté grâce à une intelligence interne [5].

Les onduleurs hybrides fonctionnent donc en techniques On Grid mais aussi Off Grid, Hybride (les deux en même temps) et Backup (alimentation sécurisée en cas de coupure réseau) [5].



Figure I-11: Onduleur hybride [5]

d- Onduleurs de réseau :

Un onduleur connecté au réseau convertit un courant continu (DC) en un courant alternatif (AC) adapté à l'injection dans un réseau électrique. Les onduleurs de couplage au réseau sont utilisés entre les producteurs d'électricité locaux : panneau solaire, éolienne, hydroélectrique et le réseau [5].

Pour injecter efficacement et en toute sécurité de l'énergie électrique dans le réseau, les onduleurs de raccordement au réseau doivent correspondre avec précision à la tension et à la phase de l'onde sinusoïdale AC du réseau.

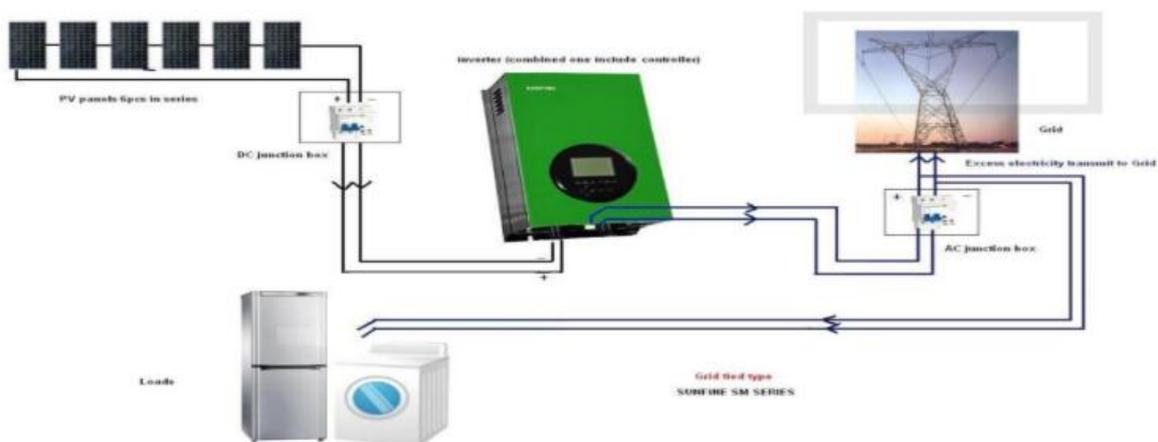


Figure I-12 : Onduleur connecté au réseau pour un système solaire [5]

Ces types des onduleurs sont divisés en deux familles :

- Onduleurs monophasés
- Onduleurs triphasés

➤ **Raccordement monophasé**

Lorsque le raccordement au réseau s'effectue en monophasé, les onduleurs disposent forcément d'une sortie en monophasé. Chacune des sorties des onduleurs sont mises en parallèles dans le coffret CA. En sortie du coffret CA, on disposera donc d'un câble de phase et d'un câble de neutre.

➤ **Raccordement triphasé**

Dans le cas où les onduleurs présentent une sortie en triphasé, il n'y a, à priori, plus de problème d'équilibrage des phases. En effet, chacune des trois phases de chaque onduleur se connecte à une phase du réseau triphasé.

I.6.3. Les Batteries

Les batteries solaires stockent l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques afin d'assurer l'alimentation électrique en toutes circonstances (jour ou nuit, ciel dégagé ou couvert). Une batterie utilisée avec des panneaux solaires est une batterie à décharge lente. Ces batteries sont spécifiquement conçues pour les applications solaires. Elles se déchargent plus progressivement et supportent mieux les décharges fréquentes peu profondes. Des batteries de tensions différentes : il existe des batteries solaires fonctionnant en 2 V, 6 V ou 12 V. La capacité (en Ampères heure, Ah) est inversement proportionnelle à la tension : les batteries ayant la capacité de stockage la plus élevée sont les batteries 2V. [6]

I.6.3.1. Les caractéristiques de la batterie

a- Capacité en Ampère heure

Les Ampères heures d'une batterie sont simplement le nombre d'Ampères qu'elle fournit multiplié par le nombre d'heures pendant lesquelles circule ce courant. Si la batterie est chargée ou est déchargée à un rythme différent que celui spécifié, la capacité disponible peut augmenter ou diminuer. Généralement, si la batterie est déchargée à un rythme plus lent, sa capacité augmentera légèrement. Si le rythme est plus rapide, la capacité sera réduite.

La capacité est influencée aussi par la température, Le comportement d'une batterie est spécifié à une température de 25 degrés. Des températures plus faibles réduisent leur capacité significativement, des températures plus hautes produisent une légère augmentation de leur capacité, mais ceci peut augmenter la perte d'eau et diminuer la durée de vie de la batterie.

b- La durée de vie

Un accumulateur peut être chargé puis déchargé complètement un certain nombre de fois avant que ses caractéristiques ne se détériorent. Par ailleurs, quel que soit le mode d'utilisation de l'accumulateur, il y'a une durée de vie totale exprimée en année (ou en nombre de cycles).

c- La capacité d'une batterie

Est la quantité d'électricité dont elle est capable de restituer après en avoir reçu une charge complète, pour un régime de courant de décharge donnée, une tension d'arrêt et une température définie. Elle s'exprime usuellement en ampères-heures (Ah).

d- L'état de charge

La batterie peut être vue comme un réservoir d'énergie dont la quantité évolue constamment.

e- L'autodécharge

Après une charge, même si la batterie n'est pas sollicitée en décharge, l'état chargé n'est pas acquis de façon définitive. Les accumulateurs au plomb sont en effet le siège de phénomènes d'autodécharge. Indépendamment à chaque électrode, ces phénomènes d'autodécharge sont associés à des réactions d'oxydoréduction (réactions parasites) alimentées par la réaction de décharge de l'électrode.

f- Profondeur de décharge

La profondeur de décharge est le pourcentage de la capacité totale de la batterie qui est utilisé pendant un cycle de charge/décharge. Les batteries de "cycle peu profond" sont conçues pour des décharges de 10 à 25% de leur capacité totale dans chaque cycle. La majorité des batteries de "cycle profond" fabriquées pour les applications photovoltaïques sont conçues pour des décharges jusqu'à 80% de leur capacité, sans les endommager. Les fabricants de batteries de nickel- Cadmium assurent qu'elles peuvent totalement être déchargées sans aucuns dommages.

g- La tension d'utilisation

C'est la tension à laquelle l'énergie stockée est restituée normalement à la charge.

h- Le rendement

C'est le rapport entre l'énergie électrique restituée par l'accumulateur et l'énergie fournie à l'accumulateur.[7]

I.6.3.2. Les différents types de batteries solaires maison

a- Les batteries solaires au plomb

Il existe plusieurs types de batteries au plomb : la batterie "plomb ouvert", la batterie AGM et la batterie gel, chacun de ces modèles présentant des caractéristiques différentes.

➤ La batterie plomb ouvert :



Figure I-13:La batterie plomb ouvert [8]

Jusqu'à tout récemment, la batterie plomb ouvert était la seule technologie de batterie solaire pratique pour stocker l'électricité solaire. Ce type de batterie solaire maison fonctionne notamment avec une solution d'acide sulfurique liquide. Il s'agit du même type de batterie que vous avez dans votre voiture, mais les versions de stockage solaire sont beaucoup plus volumineuses.

On l'entrepose plutôt dans des endroits frais ou climatisés, car la chaleur réduit considérablement sa durée de vie. Il faut aussi que le lieu soit aéré, car en se chargeant la batterie plomb ouvert libère de l'hydrogène. Evitez également de l'installer en plein air, au risque de la voir geler à cause du froid !

Sa réputation de technologie éprouvée et son prix accessible en font une batterie toujours utilisée, bien qu'il existe de nos jours d'autres modèles plus élaborés. On l'utilise surtout sur des résidences secondaires où elle est sollicitée de manière irrégulière, de façon à mieux préserver sa durée de vie. La batterie plomb ouvert a donc pour elle d'afficher un coût initial bas, mais le compromis se présente sous forme de maintenance – chaque mois, vous devez vérifier le niveau d'eau, en ajoutant de l'eau distillée pour la maintenir à niveau.

➤ **La batterie solaire AGM :**



Figure I-14: La batterie solaire AGM [8]

Elle se présente sous la forme d'une batterie au plomb scellée. Son principal avantage est le fait qu'elle ne nécessite pas d'entretien. Elle présente en plus l'intérêt d'être étanche et de ne pas dégager d'hydrogène ni de chaleur durant les cycles de charge ou de décharge. Plus adaptée aux utilisations quotidiennes, elle peut faire l'objet d'une utilisation régulière, sans que ses performances en soient affectées.

Comme toutes les batteries au plomb, la batterie solaire AGM est particulièrement sensible à l'élévation de la température. Elle est également plus chère que sa version au plomb ouvert et présente une faible durée de vie en cyclage en plus de présenter une profondeur de décharge de 80 % en général.

➤ **La batterie solaire Gel :**



Figure I-15:La batterie solaire Gel [8]

La technologie de la batterie solaire gel a tendance à supplanter les autres modèles à base de plomb de par ses caractéristiques plus performantes. Sur le marché du solaire, elle est considérée comme l'évolution haut de gamme des batteries au plomb.

Les batteries gel, à l'instar des batteries AGM, sont étanches et ne nécessitent pas d'entretien sous forme d'ajout d'eau distillée. Elles supportent également mieux les décharges profondes. À 50 % de décharge, elles peuvent durer plus de 1000 cycles. En termes de durée de vie, cela représente entre 6 et 10 ans pour une application solaire.

Notez néanmoins que la batterie gel supporte mal une vitesse élevée de charge et de décharge. Il lui faut donc une application en décharge lente pour optimiser son nombre de cyclages. De plus, elle présente un prix élevé : environ le double de la batterie plomb ouvert. Il faudra également la conserver dans un lieu frais ou climatisé

b- La batterie solaire maison lithium :



Figure I-16:La batterie solaire maison lithium [8]

Ce n'est pas un hasard si les batteries solaires lithium comptent parmi les plus populaires du marché. En pleine expansion, cette technologie se retrouve partout dans notre quotidien : dans nos voitures et nos smartphones. Elle incarne l'innovation d'aujourd'hui et de demain comme tend à le démontrer la nouvelle batterie lithium Powerwall de Tesla.

Les batteries au lithium sont plus légères et plus compactes que les batteries au plomb. Elles peuvent également être déchargées plus profondément que les batteries au plomb. Elles sont particulièrement sollicitées pour leur durée de vie étendue : elles peuvent monter jusqu'à 6 000 cycles à un taux de décharge de 80%.

Côté bilan écologique, la batterie lithium fait aussi figure de bon élève comparativement aux batteries au plomb : son niveau de recyclage est proche de 70 %.

Leur principal inconvénient, du moins pour le moment, est qu'elles sont nettement plus onéreuses que les batteries au plomb pour un stockage identique, ce qui en font un investissement encore peu rentable aujourd'hui [8]

I.6.4. Le Régulateur

Le régulateur de charge/décharge est l'électronique entièrement automatique à laquelle sont reliés le panneau photovoltaïque, la batterie, ainsi que les équipements destinataires de l'électricité solaire. Sa fonction principale est de contrôler l'état de la batterie. Il autorise la charge complète de celle-ci en éliminant tout risque de surcharge et interrompt l'alimentation des destinataires si l'état de charge de la batterie devient inférieur au seuil de déclenchement de la sécurité anti décharge profonde. Prolongeant ainsi la durée de vie de la batterie qui est le seul composant fragile du générateur photovoltaïque. Ils n'utilisent plus de relais mécaniques. On trouve généralement sur leur face avant deux diodes électroluminescentes (LED) qui renseignent l'une sur l'état de charge de la batterie et l'autre sur l'état de fonctionnement de tout le générateur et leur propre consommation d'énergie est réduite (faible auto consommation).[2]



Figure I-17: Régulateur de charge [2]

I.6.4.1. Principe de fonctionnement des régulateurs

Le régulateur de charge assure plusieurs fonctions :

- Régulation de la charge de la batterie par limitation de la tension pour protéger la batterie contre la surcharge.
- Limitation de la décharge par délestage de l'utilisation, pour protéger la batterie contre 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. [9].

I.6.4.2. Différents types de régulateurs

a- Régulateur shunt

C'est le modèle le plus répandu car simple à fabriquer. Le principe du circuit est un simple aiguillage : tout le courant du panneau passe normalement dans la batterie et lorsque le seuil de coupure est atteint, tout le courant passe dans l'interrupteur (peut être MOSFET, transistor bipolaire.) [9].

b- Régulateur shunt linéaire

Ce type de régulateur maintient une tension constante aux bornes de la batterie lorsque celle-ci atteint sa pleine charge. La puissance non utilisée du panneau en fin de charge doit être dissipée par le transistor en parallèle [9].

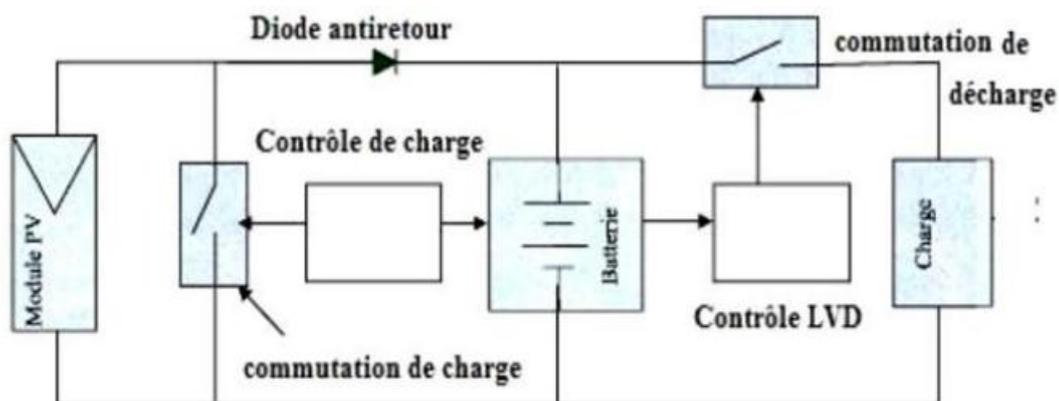


Figure I-18: Schéma du régulateur shunt [9]

c- Régulateur série

Ce régulateur devient de plus en plus répandu et devrait à terme supplanter le régulateur shunt. L'interrupteur de charge est ici en série avec la batterie et il s'ouvre lorsque la fin de charge est atteinte [9].

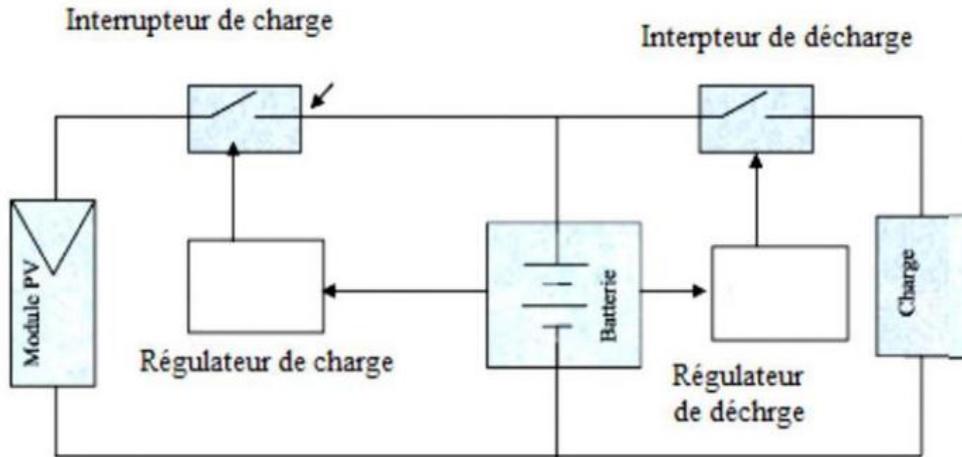


Figure I-19:Schéma du régulateur série [9]

d- Régulateur PWM

Ce type de régulateur utilise un interrupteur actif modulé par impulsions de largeurs variable (PWM, pulse width modulation), il peut maintenir une tension constante aux bornes de la batterie pour terminer la charge tout en dissipant dans le transistor uniquement les pertes de commutation et celle dues à la résistance de passage.

e- Régulateur MPPT

Dans ce régulateur, un circuit mesure en permanence la tension et le courant du panneau pour tirer de l'énergie au point de puissance maximal (MPPT, max power tracker). Ceci permet de garantir que le maximum d'énergie sera récupéré, quels que soient la température et l'ensoleillement. De plus les régulateurs proposent parfois d'autres fonctions comme la compensation en température et le temporisateur de connexion de charges (allumage des lampes par exemple), ampèremètre [9]

I.7. Les types des systèmes photovoltaïques

On rencontre généralement trois types de systèmes photovoltaïques :

- Les systèmes autonomes
- Les systèmes hybrides
- Les systèmes connectés à un réseau.

Les deux premiers sont indépendants du système de distribution d'électricité, en les retrouvant souvent dans les régions éloignées

I.7.1. Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau

Ce sont des systèmes qui injectent de l'électricité solaire au réseau de distribution électrique. Selon le type d'installation, le producteur – consommateur consomme une partie de l'électricité produite et injecte le surplus de production au réseau, ou alors injecte la totalité de sa production au réseau.[7]

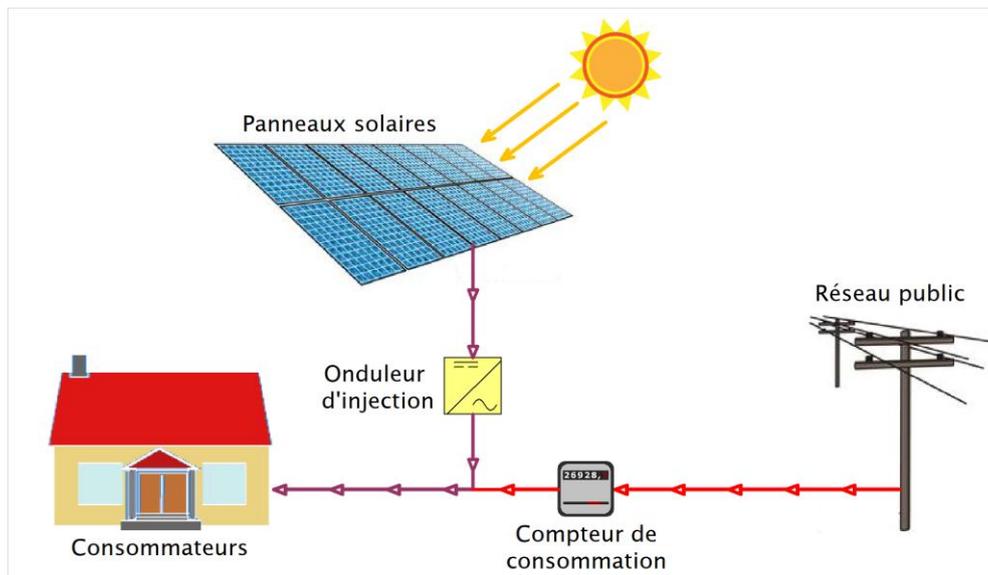


Figure I-20: Systèmes photovoltaïque connectés au réseau sans batteries [7]

I.7.2. Les systèmes photovoltaïques autonomes

Les systèmes photovoltaïques autonomes dépendent uniquement de l'énergie solaire pour répondre à la demande d'électricité. Deux types de systèmes se distinguent selon l'utilisation ou non d'un système de stockage d'énergie.[7]

- Systèmes autonomes utilisant un système de stockage d'énergie pour l'utilisation nocturne ou durant les périodes où le rayonnement solaire est insuffisant.

I.7.3. Les systèmes solaires hybrides

Les systèmes solaires hybrides produisent de l'électricité de la même manière qu'un système solaire ordinaire raccordé au réseau, mais utilisent des onduleurs et des batteries hybrides spéciaux pour stocker l'énergie en vue d'une utilisation ultérieure. Cette capacité de stockage d'énergie permet à la plupart des systèmes hybrides de fonctionner également comme une alimentation de secours en cas de panne.[5]



Figure I-23: Les systèmes solaires hybrides [5]

Conclusion

Le but de ce premier chapitre, était d'introduire notre travail sur l'énergie solaire en général et sur l'énergie photovoltaïque en particulier.

Il a été constaté qu'une installation photovoltaïque est un système qui assure la conversion du rayonnement solaire en énergie électrique à l'aide des modules photovoltaïques, afin d'alimenter des charges électriques, ce système comprend dans la majorité des cas un dispositif de stockage d'énergie électrique par l'intermédiaire des batteries d'accumulateurs, permettant de s'affranchir des variations climatiques temporaires, à l'échelle de l'heure, de la journée, et de quelques jours de mauvais temps.

Forcément suivi d'un régulateur de charge qui est un dispositif électronique important dans le contrôle automatique de l'état de charge des batteries, ce contrôle a pour objectif d'augmenter la durée de vie des batteries solaires, en évitant les surcharges et la décharge profondes, il est donc un élément essentiel dans les installations photovoltaïques autonomes.

Ainsi que le rôle de l'onduleur qui reste indispensable pour pouvoir alimenter nos récepteurs en alternatif.

CHAPITRE II : Présentation et description du site étudié

Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter le site étudiée (bloc administratif de cité universitaire), en plus des besoins électriques de chaque bureau

II.1. Présentation

Le site que nous étudions, est une administration de la cité universitaire SOMMAA 03 KRITLI MOKHTAR, situé à la wilaya de Blida

La Résidence Universitaire SOMMAA 03 KRITLI MOKHTAR a pour mission, l'hébergement et la restauration des étudiants garçons, elle est d'une capacité de 1128 Lits, distribué sur 07 blocs avec 405 chambres. La résidence est munie d'un restaurant de 500 places, un foyer de 40 place, une salle de télévision de 40 places

II.1.1. Situation Géographique

la cité universitaire SOMMAA 03 KRITLI MOKHTAR , situé à La commune de GUEROUAOU est située au centre de la wilaya de Blida, à environ 6 km au nord-est de Blida et à environ 40 km au sud-ouest d'Alger et à environ 34 km au nord-est de Médéa.[11]

Le site étudié ou à alimenter est caractérisé par les éléments suivants : [12]

Altitude : 262 m

Latitude : 36.509°

Nord Longitude : 2.891



Figure II-1 Localisation géographique de la cité Universitaire 03 Blida sur google map

II.2. L'orientation L'inclinaison des modules photovoltaïques

- **L'inclinaison** est l'angle entre le plan du panneau solaire et le sol. Un panneau incliné à 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. À 0° l'angle d'orientation correspond à un panneau faisant face au Sud, à 90° à l'Est ou l'Ouest, à 180° au Nord. [13]

II.2.1. L'orientation des modules photovoltaïques

En Algérie, et plus généralement dans tout l'hémisphère nord, l'orientation plein sud est la meilleure orientation possible pour un module photovoltaïque. C'est avec cette orientation qu'il produira le maximum d'électricité.

II.2.2. L'inclinaison des modules photovoltaïques

L'inclinaison correspond à la pente du module par rapport à l'horizontale. Elle se mesure en "°"

- Une inclinaison de 0° signifie que le module est à plat.
- Une inclinaison de 90° signifie que le module est à la verticale. Pour un captage annuel, l'angle d'inclinaison du capteur est fixé à la latitude de lieu. [5]

II.3. Les besoins électriques :

D'abord, il convient d'identifier l'ensemble des appareils électriques qui seront alimentés par l'installation photovoltaïque autonome. Pour chacun de ces appareils, la puissance nominale de fonctionnement doit être identifiée. Pour cela, on pourra s'appuyer sur des mesures directement sur site, ou bien les indications inscrites sur les fiches techniques/signalétiques des appareils. En dernier recours, si aucune information n'est disponible, on pourra effectuer une approximation de la puissance électrique de l'appareil en s'inspirant de l'inventaire réalisé précédemment.

- Ensuite, une estimation de la durée d'utilisation journalière devra être effectuée. En ce sens, il est primordial de connaître les habitudes des usagers (car ce sont bien eux qui utilisent, à leur guise, les appareils consommateurs d'énergie).
- Le produit de la puissance électrique (en W) par le temps d'utilisation (en h) indiquera l'énergie journalière consommée (en Wh) par l'appareil considéré. Dans le domaine de l'électricité, il est d'usage d'utiliser le W et le Wh comme unités de mesure respectivement de la puissance et de l'énergie électriques.
- Enfin, la somme des énergies journalières calculées donnera une évaluation globale des besoins électriques du bloc administratif. Cette méthodologie peut s'effectuer facilement grâce à un tableau.

➤ **Bureau du directeur :**

Tableau II-1: besoin électrique de Bureau du directeur

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	10	18	8	180	1440
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Frigo	01	35	24	35	840

➤ **Bureau du secrétariat :**

Tableau II-2: besoin électrique de Bureau du secrétariat

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	576
Les ordinateurs du bureau	02	250	8	500	4000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462
L'imprimante photocopiee	01	400	1	400	400

➤ **Bureau du directeur adjoint:**

Tableau II-3: besoin électrique de Bureau du directeur adjoint

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462

➤ **Bureau de l'Information et de la Communication**

Tableau II-4: besoin électrique de Bureau de l'Information et de la Communication

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	02	250	8	500	4000
Climatiseur	1	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462
Ondulaire	01	300	0.5	300	150

➤ **Bureau d'intérêt des utilisateurs**

Tableau II-5: besoin électrique de Bureau d'intérêt des utilisateurs

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462
Ondilare	01	300	0.5	300	150

➤ **Bureau Hébergement et transports**

Tableau II-6: besoin électrique de Bureau Hébergement et transports

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000

➤ **Bureau de sécurité**

Tableau II-7: besoin électrique de Bureau de sécurité

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462

➤ **Bureau d'alimentation**

Tableau II-8: besoin électrique de Bureau d'alimentation

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462

➤ **Bureau de finance**

Tableau II-9: besoin électrique de Bureau de finance

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (W)	durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie Wh/jour
Lampe	04	18	8	72	567
Les ordinateurs du bureau	01	250	8	250	2000
Climatiseur	01	3000	8	3000	24000
Les imprimantes	01	462	1	462	462

➤ **Les besoins électriques total du bloc administratif**

Tableau II-10: Les besoins électriques total du bloc administratif

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (w)	Durée d'utilisation (h/j)	Puissance (w)	Energies (Wh/jour)
Lampe	52	18	8	936	7488
Les ordinateurs du bureau	11	250	8	2750	22000
Les imprimantes	05	460	0.25	2300	575
L'imprimante photocopie	01	400	1	400	400
Les onduleurs	04	300	1	1200	1200
Climatiseur	06	3000	8	18000	144000
Frigidaire	01	35	24	35	840
Total				25621 w	176503 wh/j

II.4. Ombrage ou repérage des masques

Pour fonctionner de manière optimale, une installation solaire photovoltaïque doit être soumise au moins d'ombrage possible. Cependant, certaines contraintes liées au lieu d'installation (présence de montagne, d'arbres, cheminée, poteau électrique...) ne peuvent être évitées. On appelle masque tout obstacle cachant les modules photovoltaïques de la lumière du soleil. On distingue les masques proches et les masques lointains. Ces deux notions sont définies par la suite.

II.4.1. Les masques lointains

Le masque lointain peut être une colline, une montagne, un bâtiment lointain. Il s'agit de l'horizon lointain.

Par exemple sur la photo ci-dessous, les collines de CHREA représentent un masque lointain elles risquent de provoquer de l'ombre à l'installation photovoltaïque au lever et au coucher du soleil.



Figure II-2 Les montagnes de CHREA représentent un masque lointain

II.4.2. Les masques porches

Les masques proches peut-être d'arbres, cheminée, poteau électrique...

Par exemple sur les photos ci-dessous, les arbres représentent un masque proche : elles risquent de provoquer de l'ombre l'installation photovoltaïque pendant la journée



Figure II-3 les arbres représentent un masque proche

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons appris à connaître le site du projet et ses caractéristiques et les besoins électrique de l'administration pour faire un dimensionnement d'une installation photovoltaïque.

CHAPITRE III : Dimensionnement et installation du système photovoltaïque

Introduction

Pour la réalisation d'une installation photovoltaïque, le dimensionnement reste une étape indispensable. Dimensionner un système PV c'est déterminer l'ensemble des éléments de la chaîne PV, à savoir, la taille du générateur, la capacité de stockage, déterminer le nombre des batteries, et régulateur de charge, l'onduleur qui reste indispensable pour pouvoir alimenter nos récepteurs en alternatif.

Dans ce chapitre aussi on va faire l'étude technico-économique d'un système photovoltaïque autonome – réseau SONELGAZ.

III.1. Les logiciels utilisés pour faire le dimensionnement

III.1.1. Présentation d'AutoCAD

AutoCAD, est un logiciel de dessin et conception assistée par ordinateur (CAO), créé en 1982 par Autodesk et fonctionnant exclusivement sous Microsoft Windows et récemment sur Mac. AutoCAD est utilisé pour la conception de plans en 2D et 3D. Il est développé et commercialisé par Autodesk Inc. et a été l'un des premiers programmes de CAO qui pourraient être exécutés sur des ordinateurs personnels. Est un logiciel utilisé pour créer des plans en architecture, dessin industriel, construction des ponts ou les circuits d'ordinateur, et autres.

III.1.2. Utilisation d'AutoCAD

Bien que, à l'origine, il ait été développé pour les ingénieurs en mécanique, il est, aujourd'hui, utilisé par de nombreux corps de métiers. Il est actuellement le logiciel de CAO le plus répandu dans le monde. Pour tout emplois dessinateur AutoCAD, on sait que c'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- * Industrie
- * Cartographie, Arpentage et Topographie
- * Électronique, Électricité
- * Architecture, Design d'intérieur, Aménagement
- * Génie Civil
- * Mécanique
- * Aéronautique. [14]

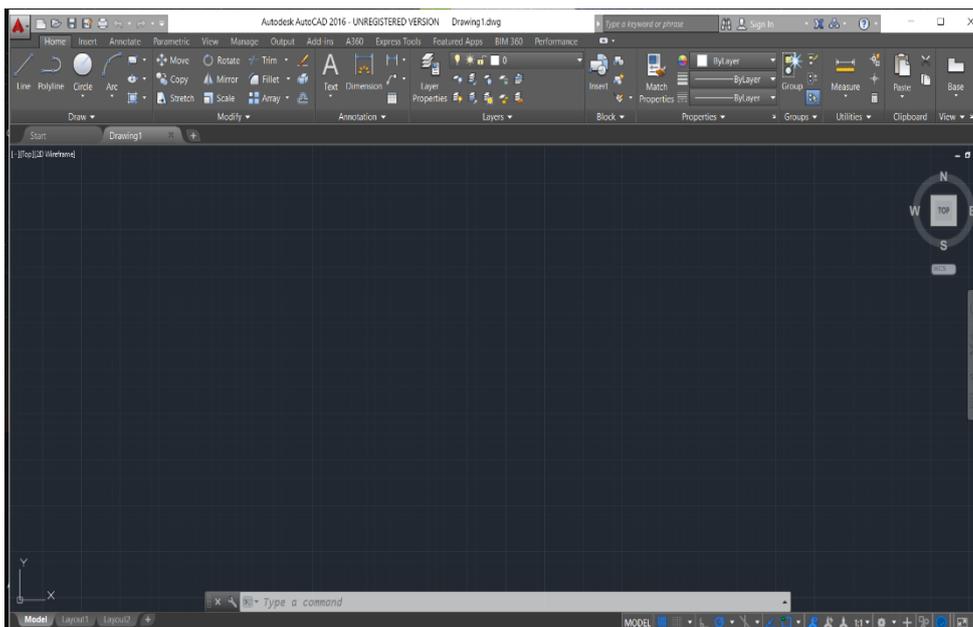


Figure III-1: menu principale de L'AUTOCAD [14]

III.1.3. Présentation de DIALux

DIALux est un logiciel développé par l'entreprise DIAL GmbH, plateforme de services pour les techniques du bâtiment et de l'éclairage. DIALux permet le calcul de la lumière du jour et de la lumière artificielle en extérieur ou dans un espace intérieur. Ce calcul repose sur la norme DIN 5034 (Deutsches Institut für Normung EV) et la publication 110 de la CIE. Les algorithmes de DIALux utilisent la méthode de la radiosité : les surfaces du modèle sont discrétisées en facettes et le rayonnement (émis et reçu) est calculé pour chacune des facettes. L'éclairement en chaque point est calculé sur base du bilan des rayonnements lumineux reçus et émis depuis les facettes. DIALux permet de calculer les éclairements, les facteurs lumières du jour, les luminances, et permet de réaliser des études d'ombrage ainsi que des rendus. [15]

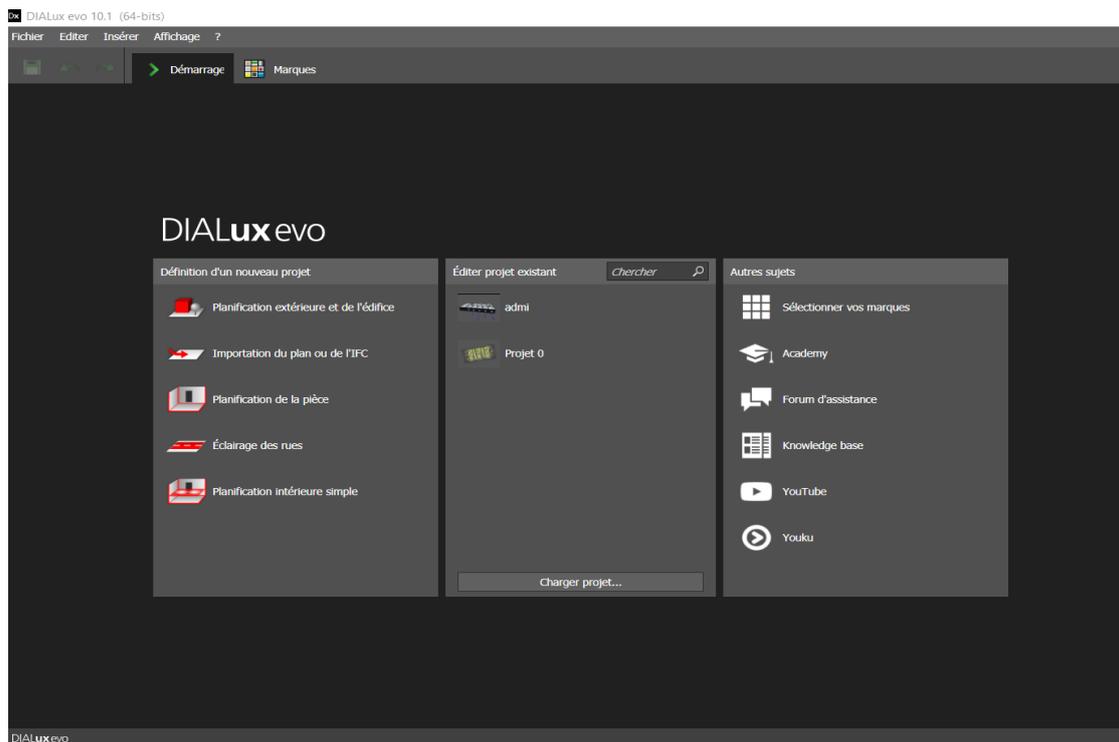


Figure III-2: menu principale de DIALux evo [15]

III.1.4. Présentation de PVsyst

PVsyst V7.2 est un logiciel PC pour l'étude, le dimensionnement et l'analyse des données des systèmes photovoltaïques complets. Il traite des systèmes PV connectés au réseau, autonome, de pompage et DC-réseau (transport public), et comprend de vastes systèmes PV et composants météo bases de données, ainsi que des outils généraux de l'énergie solaire. Ce logiciel est conçu pour les besoins des architectes, des ingénieurs, des chercheurs. Il est également très utile pour la formation pédagogique. PVsyst V 7.2 propose 3 niveaux d'étude du système PV, ce qui correspond à peu près aux différentes étapes du développement du projet réel [16]

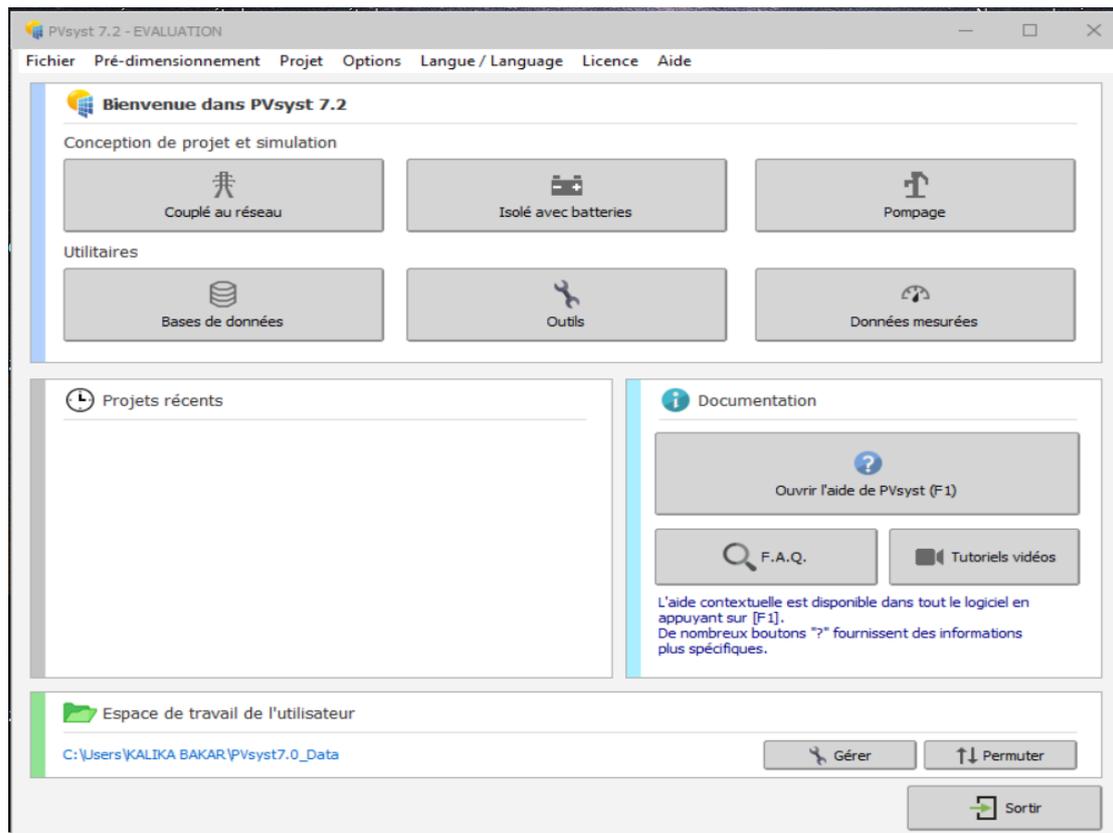


Figure III-3: menu principale de PVsyst [16]

III.2. Dimensionnement analytique :

Le dimensionnement d'une installation autonome est beaucoup plus complexe que celui d'une installation reliée au réseau : il faut connaître :

- les besoins réels de l'utilisateur durant l'année ;
- les données climatiques locales (irradiation, ombres, températures, etc.).
- les caractéristiques de charge du panneau choisi (disponible au marché).
- les caractéristiques de l'accumulateur et des consommateurs (disponible au marché)

➤ **Les besoins électriques**

Tableau III-1 Besoins énergétiques journalières

Appareils	Nombre	Puissance unitaire (w)	Durée d'utilisation (h / j)	Puissance (w)	Energies (Wh/jour)
Lampe	52	18	8	936	7488
Les ordinateurs du bureau	11	250	8	2750	22000
Les imprimantes	05	460	0.25	2300	575
L'imprimante photocopie	01	400	1	400	400
Les onduleurs	04	300	1	1200	1200
Climatiseur	06	3000	8	18000	144000
Frigidaire	01	35	24	35	840
Total				25621 w	176503 wh/j

III.2.1. Calcul de l'énergie produite requise par l'installation

Pour calculer l'énergie produite délivrer par le champ PV on doit diviser l'énergie consommable totale par un facteur k :

$$E_p = E_c / k \quad (\text{III-1})$$

Avec :

EP : Energie produite (Wh/j)

Ec : Energie consommée par jour (Wh/j)

K : coefficient de perte (0.8)

$$EP = 176503 / 0.8 = 220628.75 \text{ wh/j}$$

III.2.2. Calcul de la puissance de l'onduleur

Pour faire connaître la puissance nécessaire de l'onduleur on doit multiplier la puissance totale de nos besoins par un facteur de correction Comme si de suite :

$$P_{ond} = P_t * 1.25 / \eta_{ond} \quad (\text{III-2})$$

Avec :

Pond : puissance d'onduleur (w)

Pt : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 25621 * \frac{1.25}{0.9} = 35584.72 \text{ w}$$

III.2.3. Les nombres des batteries

III.2.3.1. Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

$$C_{acc} = \frac{E_c * N}{DOD * U} \quad (III-3)$$

C_{acc} : capacité accumulateur de la batterie en ampère Heure (Ah).

E_c : énergie consommée par jour (Wh/j).

N : nombre de jour d'autonomie. (1 jour)

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{176503}{0.7 \times 12} = 21012.26 \text{ Ah}$$

III.2.3.2. Détermination du nombre des batteries

On divise la capacité totale du parc par la capacité d'une seule batterie :

$$N = \frac{C_{acc}}{C_{bat}} \quad (III-4)$$

$$N = \frac{21012.26}{260} = 80.8$$

Alors le nombre de batterie est **81** batteries.

III.2.4. Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$p_c = \frac{E_c * N}{T} \quad (III-5)$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$p_c = \frac{176503 \times 1}{5} = 35300.6 \text{ w}$$

III.2.4.1. Le nombre des panneaux :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau III-2 : les caractéristiques de panneau

V_{co} (v)	I_{sc} (A)	I_{mp} (A)	V_{mp} (V)	P_m (W)
45.75	9.41	8.37	38.25	320

$$N_p = \frac{p_c}{\eta * P_m} \quad (III-6)$$

η : Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{35300.6}{0.8 \times 320} = 137.89$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **138 panneaux.**

- **Proposition pour économiser l'utilisation d'électricité :**

On remarque :

- Dans le premier dimensionnement, le nombre des batteries élevés et cela conduit à un problème d'homogénéité de décharge des batteries et l'augmentation de courant délivré par parc des batteries.
- Le nombre des panneaux **138** donc : on trouve beaucoup des problèmes :
 - Problème de surface.
 - Augmentation obligatoire du nombre des onduleurs
 - onduleur de 40 KW introuvable dans le marché Algérien.
 - La consommation du climatiseur et la plus élevée.

Pour réduire la consommation électrique on propose :

- Le remplacement les lampes ordinaires par des lampes économiques
- L'utilisation la logicielle DIALUXevo pour l'éclairage intérieure et extérieure de l'administration
- Raccorder les climatiseurs au système solaire hybride ou au réseau électrique (SONALGAZ).
- Enlevé l'onduleur d'ordinateur (les batteries font le rôle)

III.2.5. Choix le type de luminaire

- Pour remplacer les lampes et de bien les répartir, nous modéliser un projet dans le logiciel **DIALUXevo**
- Sélectionner « importation du plan ou de l'IFC » à l'ouverture du logiciel. L'interface « DIALux evo » va ensuite s'ouvrir.

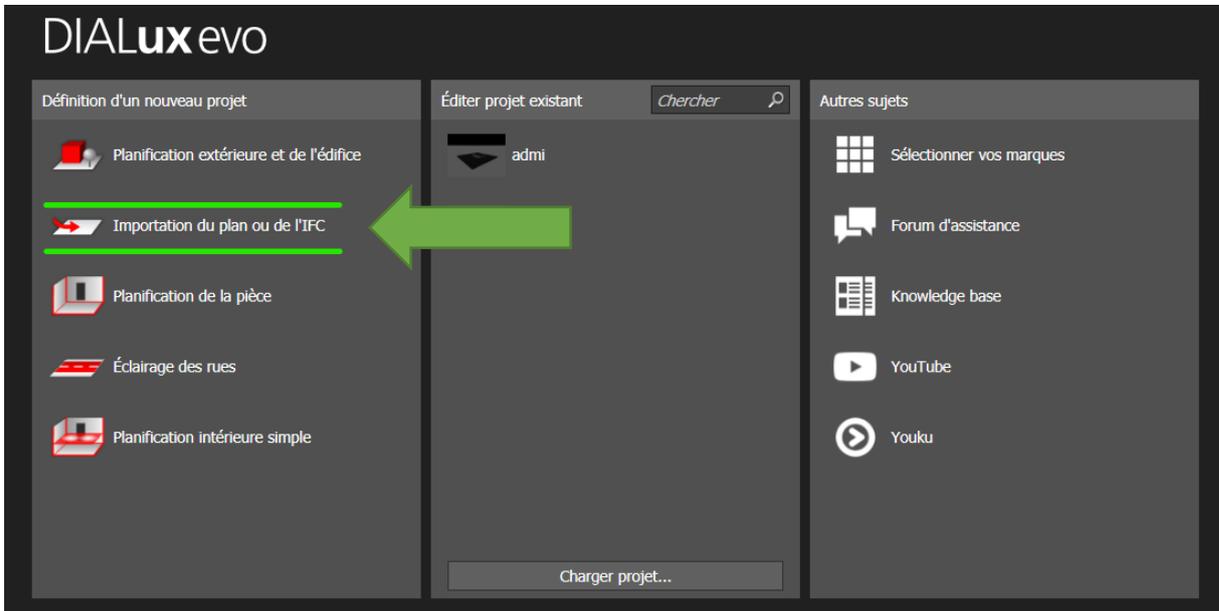


Figure III-4 : menu principale de DIALuxevo

- Utiliser logicielle **AutoCAD** pour dessiner le plant de bloc administratif :

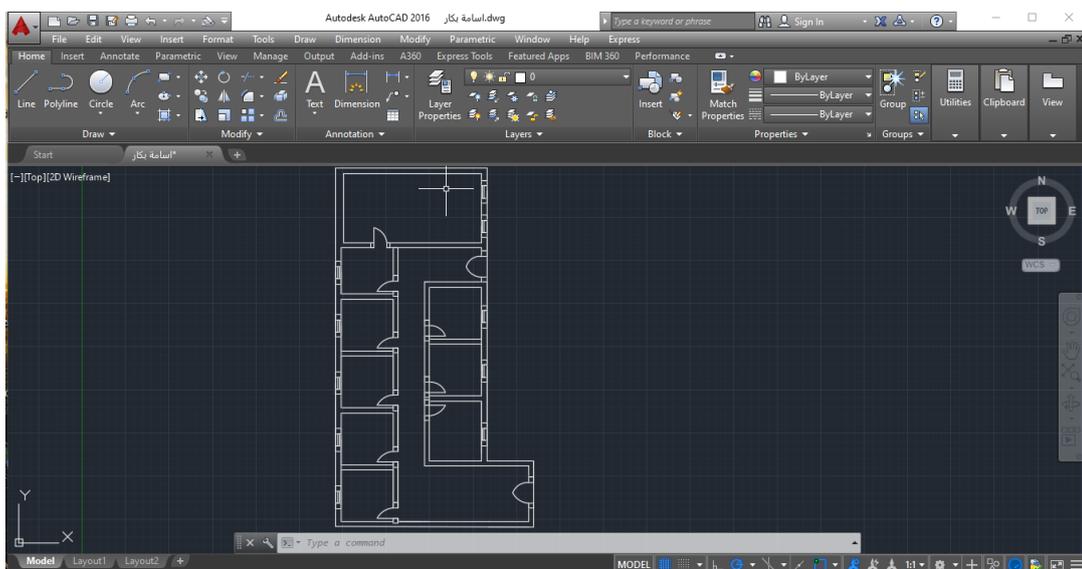


Figure III-5: la conception de bloc administratif

- **Modéliser un projet**

Permet d'importer des modèles géométriques créés sur les logiciels AutoCAD.

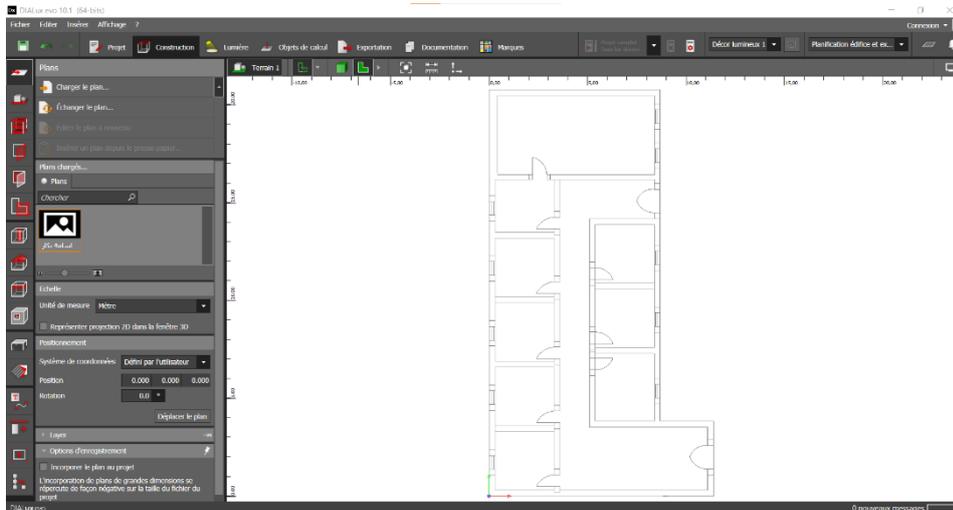


Figure III-6: importer le plan à logicielle DIALUXevo

- Représenter le plan de bloc administratif on conception 3D :

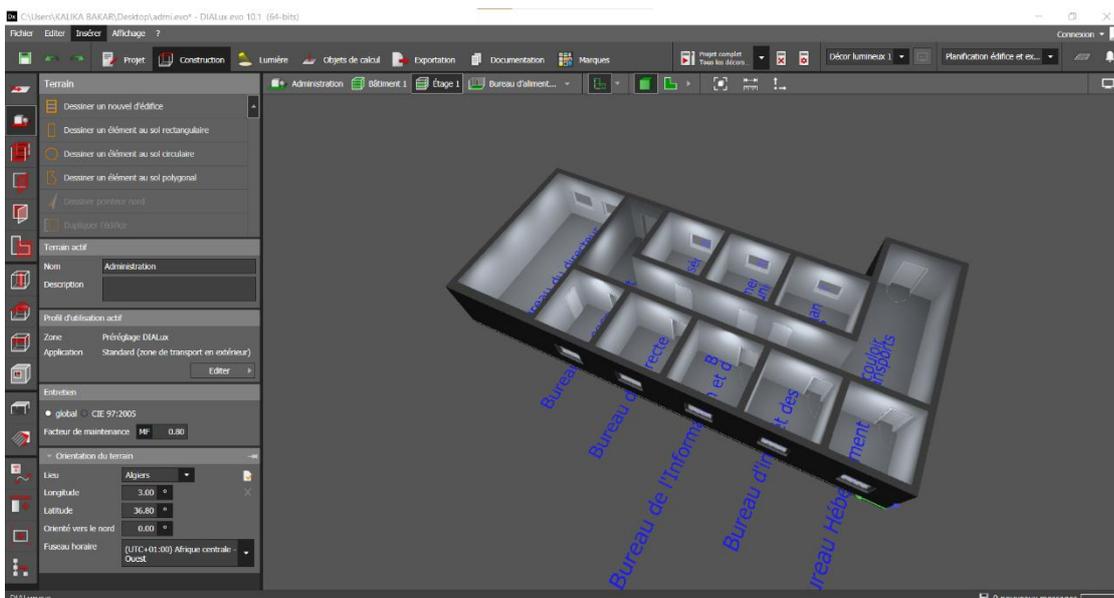


Figure III-7: représentation le plan on 3D

- Choisies les types de lampe utiliser et sa distribution
- Utiliser le catalogue de société spécialisée dans l'éclairage LED (PROLED) pour choisir les types de lampe

Fiche technique des lampes utilisées :

PROLED - UNI-BRIGHT Moon 1200 - boîtier noir - WW



Article n°	MN120024WB
P	24.0 W
ΦLuminaire	2300 lm
Rendement lumineux	95.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Plafonnier LED de haute finition sans vis visibles. Montage facile. Jusqu'à 70% d'economies d'energie.

Figure III-8 : la fiche technique des lampes choisie

- La distribution de lampe pour le Plant de l'administration

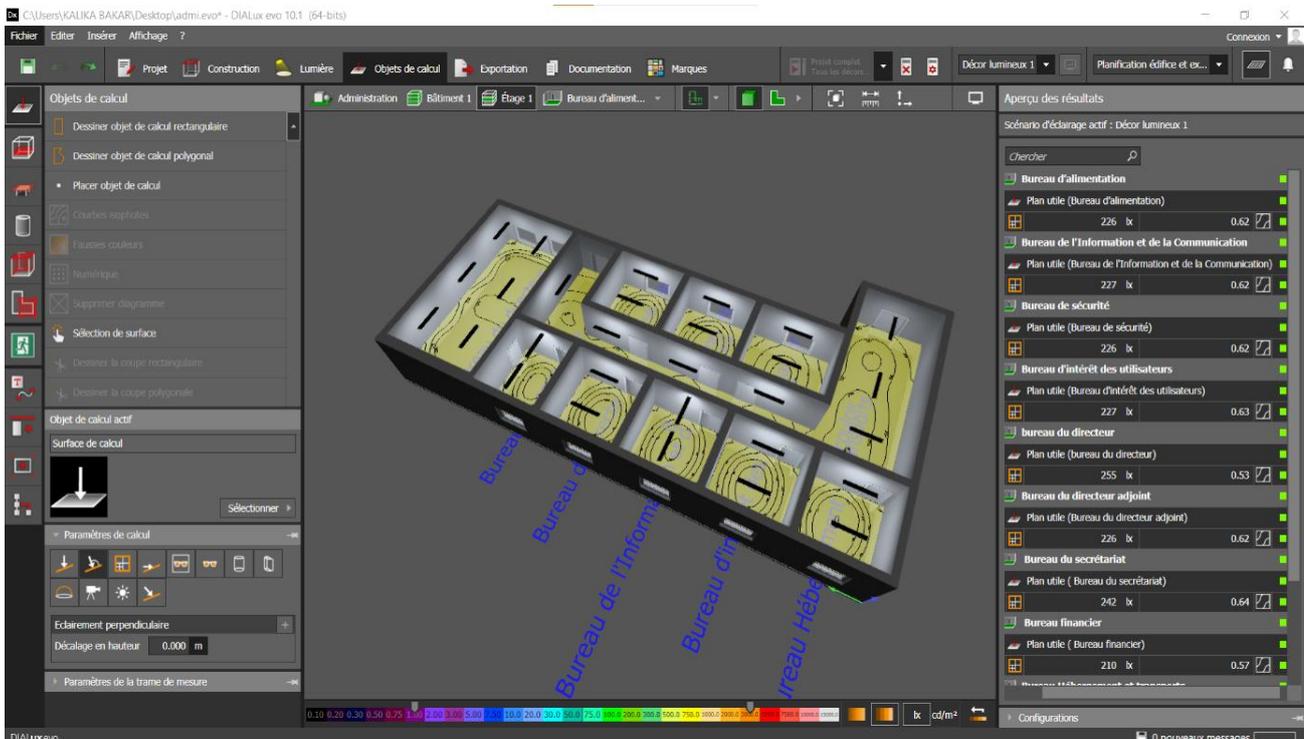


Figure III-9 La distribution des lampes pour le Plant de l'administration

- Le nombre et la puissance totale des lampes

admi

DIALux

Liste de luminaires

Φ_{total}		P_{total}		Rendement lumineux		
66700 lm		696.0 W		95.8 lm/W		
Pce	Fabricant	Article n°	Désignation	P	Φ	Rendement lumineux
29	PROLED	MN12002	UNI-BRIGHT Moon 1200 - boîtier noir - WW 4WB	24.0 W	2300 lm	95.8 lm/W

Figure III-10 liste de luminaires

- Après avoir utilisé logiciel DIALux , nous remarquons une diminution du nombre et de la puissance totale des lampes , ce qui est le but de son utilisation dans ce travail.

III.2.6. Redimensionnement avec l'économisassions de la consommation

III.2.6.1. Les besoins électriques :

Tableau III-3 les besoins électriques après l'optimisation

Appareils	nombre	Puissance unitaire (w)	Durée d'utilisation (h / j)	Puissance (w)	Energies (Wh/jour)
Lampe	29	24	8	696	5568
Les ordinateurs du bureau	11	250	8	2750	22000
Les imprimantes	05	460	0.25	2300	575
L'imprimante photocopie	01	400	1	400	400
Frigidaire	01	35	24	35	840
Total				6181 w	29383 wh/j

III.2.7. Tension nominale

Dans le choix de la tension nominale on considère la puissance de notre consommation ou on racontera trois cas possibles :

- Puissance ≤ 500 W : Une tension de 12 V du parc de batterie est acceptable.
- 500 W < Puissance $\leq 2\ 000$ W, Une tension de 24 V du parc de batterie est raisonnable.
- $2\ 000$ W < Puissance Au-delà de 2 000 W, Une tension de 48 V est donc requise afin de minimiser la section des câbles.

Dans notre cas on a une puissance de 6181 W, donc ont utilisé le système de 48 V

III.2.8. Calcul de l'énergie produite requise par l'installation après optimisation

Pour calculer l'énergie produite délivrer par le champ PV on doit deviser l'énergie consommable totale par un facteur k : (équation III-1)

$$EP = \frac{29383}{0.8} = 36728.75 \text{ wh/j}$$

III.2.9. Calcule de la puissance de l'onduleur après optimisation

Pour faire connaitre la puissance nécessaire de l'onduleur on doit multiplier la puissance totale de nos besoins par un facteur de correction, (équation III-2)

$$P_{ond} = \frac{6181 * 1.25}{0.9} = 8584.72w$$

- Choisir un onduleur off-grid de puissance 10 kW

III.2.10. Les nombres des batteries après optimisation

III.2.10.1. Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

Pour calculer l'accumulateur nécessaire à ce système on utilise l'équation (III-3)

$$C_{acc} = 29383 / (0.7 \times 12) = 3497.97 \text{ Ah}$$

III.2.10.2. Détermination le nombre des batteries après optimisation

On divise la capacité totale du parc par la capacité d'une seule batterie : (équation III-4)

$$N = \frac{3497.97}{260} = 13.45$$

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **12** batteries.

- Le nombre des batteries raccordés en série pour un système de 48 V :
La tension du système c'est elle qui détermine le nombre des batteries raccordés en série.

$$\frac{\text{tension de système}}{\text{tension de batterie}} = \frac{48}{12} = 4 \text{ batteries}$$

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :
C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :
$$\frac{12}{4} = 3 \text{ branches}$$

➤ Donc on a 4 batteries raccordes en série et 3 branches.

III.2.11. Détermination du nombre des panneaux solaires après optimisation

D'après l'équation (III-4) donc :

$$p_c = \frac{29383 * 1}{5} = 5876.6 \text{ w}$$

III.2.11.1. Le nombre des panneaux

D'après les caractéristiques de panneau solaire (tableau III-2), donc le nombre des panneaux est :

$$N_p = \frac{5876.6}{0.8 * 320} = 22.95$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **24 panneaux.**

- La tension de système est 48 v, donc on prendre 2 panneaux en série et 12 panneaux en parallèles.
 - ❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque du bloc administratif nous avons besoin de :
 - Un onduleur solaire de 10 KW
 - 12 batteries solaires de 12 v et 260Ah
 - 24 panneaux solaires de 320 w

III.3. Comparaison et étude technico-économique d'un système photovoltaïque autonome – réseau SONELGAZ

III.3.1. Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau III-4 : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (320w)	21000.00	24	504000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	12	696000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	1	200000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boite de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	24	120000.00
Structure porteuse des batteries	1000	16	16000.00
	Total		1696000.00
	Total avec 15 % d'installation		1950400.00

Ainsi, le cout final du projet : **1950400.00 DA**

III.3.2. Coûts de SONALGAZ :

Actuellement, la SONELGAZ facture la consommation trimestrielle comme suit : Les premiers 125 kWh sont facturés à : 1,7787 DA le kWh par trimestre, la deuxième tranche est relative aux consommations comprises entre 125 et 250 kWh/trimestre, sont facturés à : 4,1789 DA le kWh, les tranches 3 et 4 sont celles dont la consommation est comprise respectivement entre 250 et plus. Pour celles-ci, les prix seront désormais de : 4,812 et 5,4796 DA le kWh.

- Pour bien comprendre comment calculer le coût d'une consommation électrique trimestrielle

Nous avons la consommation journalière du bloc administratif :

$$E_c = 176503 \text{ wh/j} \quad (\text{Tableau II-10})$$

Donc on calcule l'énergie électrique consommée par l'administration **sans climatiseur**

Alors l'énergie électrique consommée **sans climatiseur** est :

$$176503 - 144000 = \mathbf{32502 \text{ wh/j}}$$

Alors on calcule l'énergie consommée par 3 mois (trimestre)

$$32503 \times 90 = 2925270 \text{ wh} = 2925.270 \text{ kWh}$$

Tranche 1 :

$$125 \text{ kWh} \times 1.7787 \text{ DA} = 222.3375 \text{ DA}$$

La TVA sur la première tranche est de 9%

$$222.3375 \times 0.09 = 20.01 \text{ DA}$$

Tranche 2 :

$$125 \text{ kWh} \times 4.1789 = 522.3625 \text{ DA}$$

La TVA sur la deuxième tranche est de 9 %

$$522.3625 \times 0.09 = 47.01 \text{ DA}$$

Tranche 3 :

$$750 \text{ kWh} \times 4.812 = 3609 \text{ DA}$$

La TVA sur la troisième tranche est de 19 %

$$3609 \times 0.19 = 685.71 \text{ DA}$$

Tranche 4 :

$$1925.27 \text{ kWh} \times 5.4796 = 10549.70$$

La TVA sur la quatrième tranche est de 19 %

$$10549.70 \times 0.19 = 2004.44$$

Donc ont trouvé

Tableau III-5 : Le prix de la consommation d'électricité avec SONALGAZ

Les tranches	1	2	3	4
Quantité (KW)	125	125	750	1925.27
Prix unitaire (DA)	1.7787	4.1789	4.8120	5.4796
Prix total (DA)	222.3375	522.3625	3609	10549.70
TVA	20.01	47.01	685.71	2004.44
Total (DA)	17660.57			

Alors la consommation électrique pour un trimestre est : **17660.57 DA**

La consommation électrique annuelle est : **17660.57*4=70642.28 DA**

- **L'utilisation de climatiseur est en été donc on calcule le prix de consommation électrique pour un seule trimestre :**

Nous avons la consommation journalière du climatiseur :

$$E_c = 144000 \text{ wh/j}$$

Alors on calcule l'énergie consommée par 3 mois (trimestre)

$$144000 \times 90 = 12960000 \text{ wh} = 12960 \text{ kWh}$$

Tranche 1 :

$$125 \text{ kWh} \times 1.7787 \text{ DA} = 222.3375 \text{ DA}$$

La TVA sur la première tranche est de 9%

$$222.3375 \times 0.09 = 20.01 \text{ DA}$$

Tranche 2 :

$$125 \text{ kWh} \times 4.1789 = 522.3625 \text{ DA}$$

La TVA sur la deuxième tranche est de 9 %

$$522.3625 \times 0.09 = 47.01 \text{ DA}$$

Tranche 3 :

$$750 \text{ kWh} \times 4.812 = 3609 \text{ DA}$$

La TVA sur la troisième tranche est de 19 %

$$3609 \times 0.19 = 685.71 \text{ DA}$$

Tranche 4 :

$$11960 \text{ kWh} \times 5.4796 = 65536.01$$

La TVA sur la quatrième tranche est de 19 %

$$65536.01 \times 0.19 = 12451.84$$

Tableau III-6 : le prix de consommation électrique pour les climatiseurs pour un trimestre

Les tranches	1	2	3	4
Quantité (KW)	125	125	750	11960
Prix unitaire (DA)	1.7787	4.1789	4.8120	5.4796
Prix total (DA)	222.3375	522.3625	3609	65536.01
TVA	20.01	47.01	685.71	12451.84
Total (DA)	83094.28			

Alors la consommation électrique de climatiseur pour un trimestre est : **83094.28 DA**

❖ La consommation électrique annuelle de SONALGAZ avec climatiseur est :

$$83094.28 + 70642.28 = 153736.563 \text{ DA}$$

- La comparaison que nous ferons est une comparaison à long terme (25 ans)

❖ **Pour le projet photovoltaïque :**

Comme nous savons que chaque appareil électrique a une durée de vie et d'après les fiches techniques des appareils utilisés dans notre projet, nous remarquons que l'appareil qui a une faible durée de vie est la **Batterie**.

Alors, il faut changer les batteries chaque cinq ans (6 ans) c'est-à-dire pendant une période de 25 ans nous allons changer les batteries 3 fois.

Donc le prix des batteries après 25 ans est :

$$3 * 696000.00 = 2088000.00 \text{ DA}$$

Alors, le prix du projet en période de 25 ans (sans prix de consommation de climatiseur) est :

$$1950400.00 + 2088000.00 = 4038400.00 \text{ DA.}$$

- Comme on a connecté les climatiseurs par le réseau de SONALGAZ, alors on va calculer le prix de facteur d'électricité de climatiseur pour 25 ans :

$$83094.28 * 25 = 2077357 \text{ DA}$$

- Donc le cout de projet photovoltaïque après 25 ans est :

$$4038400.00 + 2077357 = 6115757 \text{ DA}$$

❖ **Pour le SONALGAZ :** nous devons calculer le cout annuel et après 25 ans :

- La consommation électrique annuelle de SONALGAZ avec climatiseur est :

$$83094.28 + 70642.28 = 153736.563 \text{ DA}$$

- La consommation électrique pour 25 ans est : $153736.563 * 25 = 3843414.075 \text{ DA}$

Tableau III-7: résumé des résultats

Système	SONALGAZ		Photovoltaïque	
	Sans climatiseur	Avec climatiseur	Sans climatiseur	Avec climatiseur
Les cas				
Prix annuelle (DA)	70642.28	153736.563		
Prix après 25 ans (DA)	1766057	3843414.075	4038400	6115757

III.4. Interprétation des résultats

Après avoir fait les calculs nécessaires ; nous constatons que le cout du projet d'énergie photovoltaïque est très cher par rapport à l'alimentation par le réseau public (SONALGAZ), et cela dû à plusieurs raisons, parmi lesquelles nous mentionnons :

- L'installation de réseau SONALGAZ existe déjà.
- Le prix du facteur d'électricité de SONALGAZ est subventionné par l'état
- Le prix de la batterie est élevé
- La durée de vie de la batterie est faible (6 ans)
- Instabilité des prix des composants de système photovoltaïque

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de dimensionner notre installation photovoltaïque à l'aide de deux moyens différents, soit par un calcul analytique, ou par un logiciel de calcul, il s'avère que les deux moyens sont justes et ils aboutissent à des résultats presque identiques.

Nous avons présenté les étapes de dimensionnement d'un système photovoltaïque à l'aide du logiciel PVsyst. A base des résultats de simulation, nous pouvons conclure que notre système permet de produire une quantité d'énergie qui satisfait nos besoins pour tous les mois de l'année.

Ensuite, le terme « pertes » avec toutes ses formes ont une influence sur l'énergie produite par le système, d'où la nécessité d'opter pour :

- Un calcul juste et précis, (minimisation des erreurs).
- Une meilleure technologie des composants, bon rendement (convertisseur, batteries, modules...).
- Une meilleure orientation et inclinaison, (capter le maximum d'énergie).

Enfin, nous avons fait une comparaison économique entre le coût de l'installation PV et de l'alimentation par le réseau SONALGAZ (sans extension), l'étude nous permet de conclure que si nous satisférons nos besoins énergétiques en installant un système PV, ça va nous coûter plus cher en comparant à une alimentation par le réseau SONALGAZ, Donc on peut suggérer qu'une subvention étatique doit être mise à la disposition des investisseurs (particuliers) de ce genre, afin de répondre à certains critères mis en jeu par la politique énergétique du pays.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le regain actuel d'intérêt pour les énergies renouvelables en l'occurrence le photovoltaïque est dû sans aucun doute à la prise de conscience mondiale qui débouche sur la nécessité de revoir les politiques énergétiques, à la fois pour lutter contre les émissions de CO₂ et pour prévenir une pénurie énergétique majeure. Les soubresauts récents du cours des fossiles le montrent bien : l'énergie est plus que jamais un enjeu majeur des sociétés modernes.

L'intérêt major de notre travail d'élaboration d'un scénario comparative entre l'utilisation des énergies renouvelables et réseau électrique locale pour une durée de 25 ans, afin de permettre au naitre d'ouvrage (client) de choisir la source d'électricité utilisé.

D'autre part vue à le gaspillage de l'utilisation d'énergie électrique notamment au niveau des administrations, nous recommandant d'optimisée la consommation énergétique par l'utilisation des lampes économiques avec un nombre réduit en gardant la luminosité nécessaire.

Comme on mentionne que la climatisation à une grande consommation électrique pour cela nous recommandant de passer d'un système photovoltaïque autonome est durée d'utilisation limite (l'été) au système photovoltaïque hybride au bien l'utilisation des climatiseurs solaire.

Ce travail nous à permet de :

- Mieux comprend de système photovoltaïque autonome et raccordement au réseau local.
- Proposé des solutions a but d'économisé d'énergie.
- Mettre un scénario comparatif entre l'utilisation des énergies renouvelables et réseau électrique locale pour une durée de 25 ans.
- L'utilisation de Logiciel de simulation (**PVsyst**)
- Logiciel de dessin technique **AutoCAD**
- Logiciel de techniques du bâtiment et de l'éclairage **DIALux**, ce dernier permet de calcul de la lumière du jour et de la lumière artificielle en extérieur ou dans un espace intérieur.

La décision d'utilisation d'énergie renouvelable dans un projet dépend de la nature et l'emplacement de ce projet

Annexes

Annexe A



TECHNICAL DATA

TPL P-72 Series 300W-325W

ELECTRICAL DATA		TPL300P-72	TPL305P-72	TPL310P-72	TPL315P-72	TPL320P-72	TPL325P-72
Nominal power	Pm (Wp)	300	305	310	315	320	325
Open circuit voltage	Voc (V)	45.15	45.17	45.38	45.67	45.75	45.95
Short-circuit current	Isc (A)	9.16	9.21	9.32	9.41	9.41	9.50
Voltage at max power	Vmp (V)	37.59	37.78	37.87	38.02	38.25	38.47
Current at max power	Imp (A)	7.98	8.07	8.19	8.29	8.37	8.45
Module efficiency	(%)	15.51	15.77	16.03	16.28	16.54	16.80
Cells efficiency	(%)	17.29	17.58	17.87	18.16	18.45	18.74
System Voltage	(V)	1000					
Temp. coefficient Voc	(%; °C)	-0.36					
Temp. coefficient Isc	(%; °C)	0.06					
Temp. coefficient Pm	(%; °C)	-0.36					
Operating temp.	(°C)	-40 to +85					
NOCT	(°C)	45±2					

The electrical data apply to standard test conditions (STC): Irradiance of 1000 W/m² with spectrum AM 1.5 and a cell temperature of 25°C.

Figure A : Fiche technique d'un panneau solaire 320 W

Annexe B

6-FMG-260 (12V260Ah)

FMG series is a GEL battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the FM series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	260Ah@20hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx.65.0 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Max. Discharge Current	2600A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 3.5 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	78 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	SAKO Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F14
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



Figure B: Fiche technique d'un batterie 12 v 260 Ah

Annexe C

Datasheet	SPH 4000TL3 BH	SPH 5000TL3 BH	SPH 6000TL3 BH	SPH 7000TL3 BH	SPH 8000TL3 BH	SPH 10000TL3 BH
Input data(PV)						
Max. recommended PV power (for module STC)	5200W	6500W	7800W	9100W	10400W	13000W
Max. DC voltage	1000					
Start voltage	160V					
MPP voltage range	160V/1000V / 600V					
No. of MPP trackers	2					
No. of PV strings per MPP tracker	1					
Max. input current per MPP tracker	12A					
Max. short-circuit current per MPP tracker	15A					
Output data(AC)						
AC nominal power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Nominal AC voltage (range*)	230V/400V (310–475V)					
AC grid frequency (range*)	50Hz/60Hz (45Hz-55Hz/55Hz-65Hz)					
Max. output current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging					
THDi	<3%					
AC grid connection type	3W+N+PE					
Battery data (DC)						
Battery voltage range	100–550V					
Max. charging and discharging current	25A					
Continuous charging and discharging power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Type of battery	Lithium battery					
Backup power(AC)						
Max. AC output power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Max. output current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
Nominal AC output voltage	230V/400V					
Nominal AC output frequency	50/60Hz					
THDv	<3%					
Switch time	<0.5S					
Efficiency						
MAX. efficiency	97.6%	97.8%	98.0%	98.2%	98.2%	98.2%
European efficiency	97.0%	97.2%	97.3%	97.4%	97.4%	97.5%
Protection devices						
DC switch	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
AC/DC surge protection	Type II					
Battery reverse protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
Ground fault monitoring	Yes					
Grid monitoring	Yes					
Anti-islanding protection	Yes					
Residual-current monitoring unit	Yes					
Insulation resistance monitoring	Yes					
General data						
Dimensions (W / H / D)	505/453/198mm					
Weight	28kg					
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C					
Nighttime power consumption	< 13W					
Topology	Transformerless					
Cooling	Natural					
Protection degree	IP65					
Relative humidity	0–100%					
Altitude	3000m					
DC connection	H4 / MC4 (Optional)					
AC connection	Connector					
Display	LCD+LED					
Interfaces: RS232/RS485/CAN/USB	Yes					
Monitor : RF/WIFI/GPRS	Optional					
Warranty: 5 years / 10 years	Yes /Optional					

Figure C: Fiche technique de l'onduleur de 10 KW

Rapport final



Version 7.2.14

PVsyst - Rapport de simulation

Systeme isolé

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

Systeme isolé avec batteries

Puissance système : 7.68 kWc

Blida - Algeria

PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION

| Auteur


PVsyst V7.2.14

VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

Résumé du projet

Site géographique	Situation	Paramètres du projet
Blida	Latitude	Albédo
Algeria	36.47 °N	0.20
	Longitude	
	2.83 °E	
	Altitude	
	262 m	
	Fus. horaire	
	UTC+1	
Données météo		
Blida		
Meteonorm 8.0 (1996-2010), Sat=100 % - Synthétique		

Résumé du système

Système isolé	Système isolé avec batteries
Orientation plan capteurs	Besoins de l'utilisateur
Plan fixe	Consomm. domestique
Inclinaison/Azimut	Constants sur l'année
34 / 0 °	Moyenne
	21.4 kWh/Jour
Information système	
Champ PV	Pack de batteries
Nombre de modules	Technologie
24 unités	Pb-acide, soellée, AGM
Pnom total	Nombre d'unités
7.68 kWc	12 unités
	Tension
	48 V
	Capacité
	717 Ah

Résumé des résultats

Energie disponible	12359 kWh/an	Productible	1609 kWh/kWc/an	Indice perf. PR	51.36 %
Energie utilisée	7459 kWh/an			Fraction solaire (SF)	95.32 %

Table des matières

Résumé du projet et des résultats	2
Paramètres généraux, Caractéristiques du champ de capteurs, Pertes système	3
Besoins de l'utilisateur	5
Résultats principaux	6
Diagramme des pertes	7
Graphiques spéciaux	8


PVsyst V7.2.14

VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

Paramètres généraux

Système isolé	Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs		
Orientation		
Plan fixe	Configuration des sheds	
Inclinaison/Azimut	Pas de scène 3D	Modèles utilisés
34 / 0 °		Transposition Perez
		Diffus Perez, Meteonorm
		Circumsolaire séparément
Besoins de l'utilisateur		
Consomm. domestique		
Constants sur l'année		
Moyenne	21.4 kWh/Jour	

Caractéristiques du champ de capteurs

Module PV		Batterie	
Fabricant	Generic	Fabricant	Generic
Modèle	TP6H60P(H)-320-L	Modèle	PVX-2580L
(Base de données PVsyst originale)		Technologie	Pb-acide, scellée, AGM
Puissance unitaire	320 Wc	Nombre d'unités	3 en parallèle x 4 en série
Nombre de modules PV	24 unités	Décharge : min. SOC	20.0 %
Nominale (STC)	7.68 kWc	Energie stockée	27.5 kWh
Modules	2 Chaînes x 12 En série	Caractéristiques du banc de batteries	
Aux cond. de fonct. (50°C)		Tension	48 V
Pmpp	6.92 kWc	Capacité nominale	717 Ah (C10)
U mpp	357 V	Température	Fixée 20 °C
I mpp	19 A	Seuils de régulation batterie	
Régulateur		Seuils de commande selon	Tension batterie
Fabricant	Generic	Charge	55.2 / 50.1 V
Modèle	VarioString VS-70	SOC corresp.	0.90 / 0.75
Nbre d'unités	2 unités	Décharge	45.9 / 48.9 V
Technologie	Convertisseur MPPT	SOC corresp.	0.17 / 0.45
Coeff. de temp.	-3.0 mV/°C/Élém.	Convertisseur	
Convertisseur		Efficacité maxi et EURO	98.0 / 96.5 %
Puissance PV totale		Nominale (STC)	8 kWc
Total	24 modules	Surface modules	40.5 m ²
Surface modules	40.5 m ²	Surface cellule	36.3 m ²

Pertes champ

Fact. de pertes thermiques	Pertes câblage DC	Perte diode série
Température modules selon l'irradiance	Rés. globale champ	Chute de tension
Uc (const)	312 mΩ	0.7 V
Uv (vent)	Frac. pertes	Frac. pertes
20.0 W/m ² K	1.5 % aux STC	0.2 % aux STC
0.0 W/m ² K/m/s	Perte de "mismatch" strings	
Perte de qualité module		Frac. pertes
Frac. pertes	Frac. pertes	0.1 %
-0.8 %	2.0 % au MPP	



PVsyst V7.2.14

VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

Pertes champ

Facteur de perte IAM

Effet d'incidence (IAM): Fresnel, anti-reflets, $n(\text{verre})=1.526$, $n(\text{AR})=1.290$

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION


PVsyst V7.2.14

VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Projet: Administration

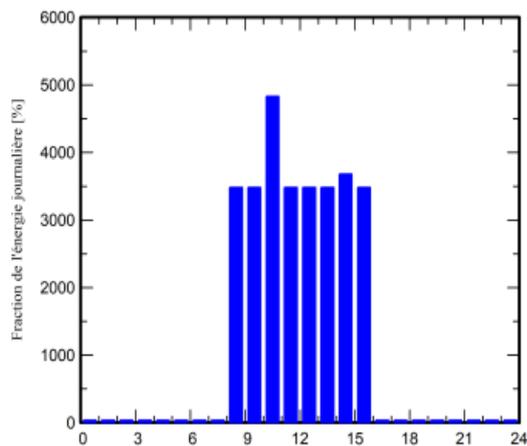
Variante: Nouvelle variante de simulation

Besoins de l'utilisateur

Consomm. domestique, Constants sur l'année, moyenne = 21.4 kWh/jr

Valeurs annuelles

Utilisation 5 jours par semaine	Nombre	Puissance W	Utilisation	Énergie
			Heure/jour	Wh/jour
Lampes (LED ou fluo)	29	24W/lampe	8.0	5568
TV / PC / Mobile	11	250W/app	8.0	22000
Frigo / Congélateur	1		24	840
imprimante	5	460W tot	0.5	1150
imprimante photocopie	1	400W tot	1.0	400
Consomm. de veille			24.0	24
Energie journalière totale				29982Wh/jour

Distribution horaire


PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION



Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

PVsyst V7.2.14

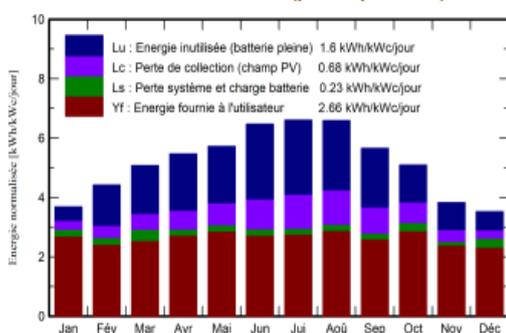
VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Résultats principaux

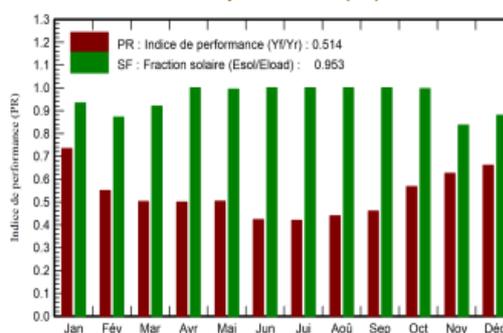
Production du système

Energie disponible	12359 kWh/an	Productible	1609 kWh/kWc/an
Energie utilisée	7459 kWh/an	Indice de performance (PR)	51.36 %
En excès (inutilisée)	4499 kWh/an	Fraction solaire (SF)	95.32 %
Besoins non satisfaits		Vieillessement batterie (Etat d'usure (SOW))	
Fraction du temps	3.7 %	SOW cyclage	91.7 %
Energie manquante	366 kWh/an	SOW statique	80.0 %

Productions normalisées (par kWp installé)



Indice de performance (PR)



Bilans et résultats principaux

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
Janvier	73.6	112.6	782	107.3	45.9	643.7	689.6	0.933
Février	86.8	121.6	844	290.6	77.2	522.4	599.6	0.871
Mars	129.2	154.5	1056	381.3	52.8	606.8	659.6	0.920
Avril	156.9	160.4	1092	436.6	0.0	629.6	629.6	1.000
Mai	186.0	172.9	1162	451.5	4.3	685.3	689.6	0.994
Juin	212.4	189.1	1238	578.9	0.0	629.6	629.6	1.000
Juillet	217.9	199.9	1279	593.2	0.0	659.6	659.6	1.000
Août	198.5	200.0	1273	556.1	0.0	689.6	689.6	1.000
Septembre	148.2	166.3	1084	455.4	0.0	599.6	599.6	1.000
Octobre	117.3	155.2	1024	294.8	2.4	687.2	689.6	0.996
Novembre	76.2	113.3	772	209.1	107.5	552.1	659.6	0.837
Décembre	67.6	107.5	752	144.0	75.8	553.8	629.6	0.880
Année	1670.7	1853.3	12359	4498.7	365.9	7459.4	7825.3	0.953

Légendes

GlobHor	Irradiation globale horizontale	E_User	Energie fournie à l'utilisateur
GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E_Load	Besoin d'énergie de l'utilisateur
E_Avail	Energie solaire disponible	SolFrac	Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)
EUnused	Energie inutilisée (batterie pleine)		
E_Miss	Energie manquante		

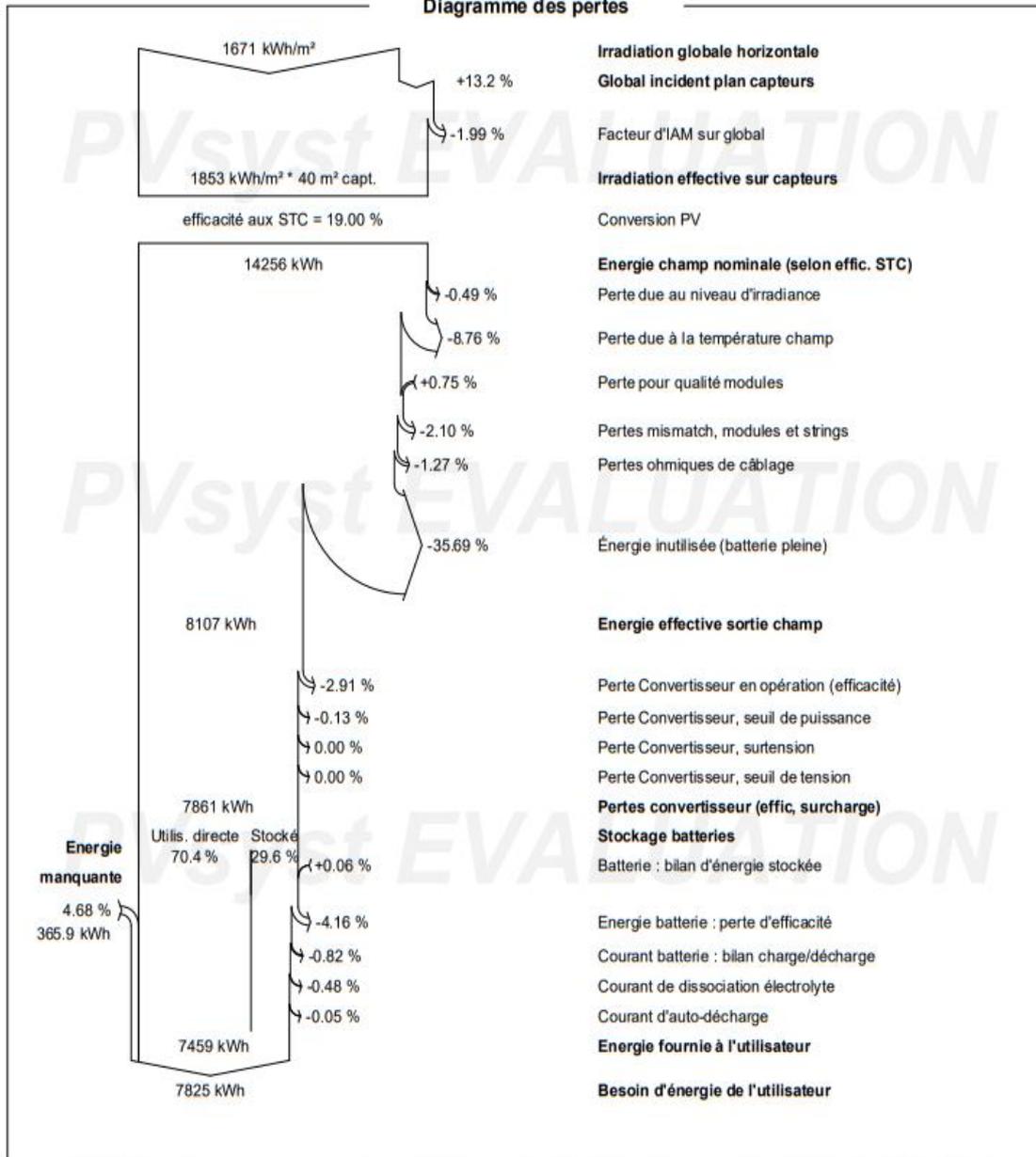


PVsyst V7.2.14
 VCO, Simulé le :
 26/05/22 20:18
 avec v7.2.14

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation

Diagramme des pertes



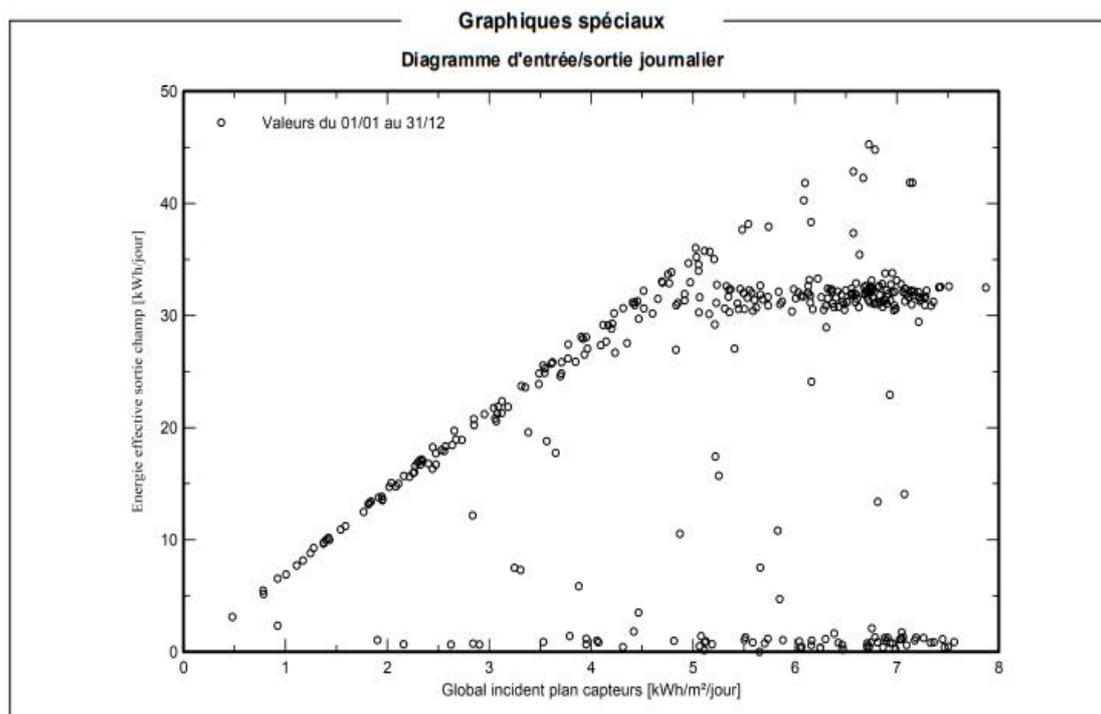


PVsyst V7.2.14

VC0, Simulé le :
26/05/22 20:18
avec v7.2.14

Projet: Administration

Variante: Nouvelle variante de simulation



PVsyst EVALUATION

PVsyst EVALUATION

Références

- [1] H. Amar, « Propriétés électriques de cellule solaire à base de Sélénure de Cuivre Indium Galium $\text{CuIn}_{(1-x)}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ (CIGS) », Mémoire de magister, Biskra, 2014.
- [2] R. M'HAMMEDI, C. BEN AMRANI « étude techno-économique d'un système photovoltaïque (maison solaire) sur le site d'adrar » mémoire de master, Université Ahmed Draya Adrar, Adrar 2019.
- [3] R. Maouedj « application de l'énergie photovoltaïque au pompage hydraulique sur les sites de Tlemcen et de Bouzareah », Mémoire de Magister, Université de Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 2005.
- [4] A. Soualmia « Intégration de la Production Décentralisée dans un Système de Pompage Photovoltaïque », Mémoire de magister, Université Constantine1, Constantine, 2014.
- [5] A. MAAMRI, Y. LARABI « Etude et modalisation des Installations photovoltaïques hybride », mémoire de master . Université Saâd Dahleb, Blida-1- ,Blida , 2020.
- [6] A. Elmakhsouss, A.Ikfaouine « Eclairage publique solaire », mémoire de master . Université Saâd Dahleb, Blida-1- ,Blida , 2020.
- [7] S . NOUALI « Dimensionnement d'un système hybride photovoltaïque/éolien avec stockage d'énergie pour diverses applications », Mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique, 2012.
- [8] <https://www.libow.fr/>.
- [9] M. FOKA, C. HOYOBONY TOKORO et G. HERMA, « étude de faisabilité du projet d'éclairage public par des lampadaires solaires a conakry et dans huit(8) autres villes en république de Guinee, » société africaine des biocarburants et des energies renouvelables (saber), african biofuel and renewable energy company (abrec), africa, 2011.
- [10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Guerouaou#/maplink/0>
- [11]. <http://univsoma3.blogspot.com/>.
- [12] <https://www.dualsun.com/>.
- [13] <https://www.emploisdessinateur.ca/img/min-logo-emploisdessinateur.png>.
- [14] https://sites.uclouvain.be/eclairage_naturel/documents%20pdf/Metrics%20FormationsM3%20-%20Tutoriel%20DIALux.pdf.
- [15] DAHMANI. C « Etude et conception d'une installation photovoltaïque à l'aide du logiciel PVSYST », mémoire de master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 2016.

[16] Azouaou. S, Lamri. A « Dimensionnement et Etude Técnico-Economique d'un Système Photovoltaïque Autonome », mémoire de master, UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU , TIZI-OUZOU 2017.

