

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE d'ADRAR

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE DEPARTEMENT DES
SCIENCES DE LA MATIERE



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Physique Énergétique

Thème

*Optimisation d'un système d'éclairage
solaire PV sur la région d'adrar*

Présenté par :

- ✓ Rahmouni Abdelaziz
- ✓ Mouffek Mohamed Lamin

Membres de jury :

Promoteur : Dr.L.Ameur

Évaluateur : Dr.T.Boussoukaia

Évaluateur : Mr.A.Dalile

JUIN 2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

REMERCIEMENTS

Avant tout on remercie ALLAH Qui nous a éclairé le chemin du savoir. Au terme de ce projet, nous tenons à exprimer notre gratitude à Dr.Amer , notre encadreur de mémoire. Ainsi que toutes les personnes qui ont permis ou facilité la réalisation de modeste ce travail en seignants et collègues.



Dédicace:

Je dédie ce modeste travail à mes chers
parents, a mes frères et à toute ma famille,
et les amis .

Rahmouni Abdelaziz



Dédicace:

Je dédie ce modeste travail à mes chers
Parents, a mes frères et à toute ma famille,
et les amis .

Mouffek Mohamed Lamin



Résumé:

L'exploitation des potentiels énergétiques solaire pour la production de l'électricité s'avère être rentable dans les régions isolées, là où l'extension du réseau électrique conventionnel serait impossible et onéreuse.

Dans ce Mémoire on s'intéresse à l'étude d'un système d'éclairage solaire photovoltaïque pour divers types de lampes et leurs consommations en fonction des données du site et des types d'équipements utilisés. L'objectif premier est donc, d'évaluer les conditions favorables à toute implantation d'un système d'éclairage solaire PV et d'en évaluer sa fiabilité sur la région d'Adrar.

Mots clés : installations photovoltaïques, production d'énergie, stockage d'énergie, Consommation d'énergie, Éclairage général.

Abstract:

Exploitation of solar energy potential for power generation is proving to be profitable in isolated areas, where extension of the conventional power grid would be impossible and expensive.

In this work we are interested to a study of a photovoltaic solar lighting system for various types of lamps and their consumption according to the data site and the types of equipment used. The primary objective is therefore to assess the favorable conditions for any installation of a solar PV lighting system and to assess its reliability in the Adrar region.

Keywords: photovoltaic installations, energy production, energy storage, Energy consumption, General lighting.

المخلص :

لقد أثبت استغلال إمكانات الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء أنه مريح في المناطق المعزولة ، حيث سيكون تمديد الشبكة الكهربائية التقليدية مستحيلاً ومكلفاً. نهتم في هذه المذكرة بدراسة نظام الإضاءة الشمسية الكهروضوئية لأنواع مختلفة من المصابيح واستهلاكها وفقاً لبيانات الموقع وأنواع المعدات المستخدمة، وبالتالي فإن الهدف الأساسي هو تقييم الظروف الملائمة لأي تركيب لنظام الإضاءة الشمسية الكهروضوئية وتقييم موثوقيتها في منطقة أدرار.

الكلمات المفتاحية: التركيبات الكهروضوئية، إنتاج الطاقة، تخزين الطاقة، استهلاك الطاقة، الإضاءة العامة.

Table des matières

Remerciements et Dédicaces

Résumé

Table des matières

Listes des Figures et des tableaux :

Nomenclatures

Introduction Générale	1
1 Gisement.....	3
1.1 Introduction :	3
1.2 Région désertique d'Adrar	4
1.3 Paramètres météorologiques :.....	5
1.4 Outils de mesures des données climatiques.....	7
1.5 Gisement Solaire de la Région d'Adrar Étude et Analyse	9
1.5.1 Gisement solaire au niveau de la willaya Adrar	9
1.5.2 Gisement solaire des journées typiques choisies dans la région d'Adrar	10
1.6 Conclusion.....	19
Références.....	20
1 présentation des systèmes d'éclairage	20
2.1 Introduction :	20
2.2 Moyens d'éclairage public	21
2.2.1 Caractéristique d'un système d'éclairage :.....	21
2.2.2 Types d'éclairage public	21
2.3 Avantage de système L'éclairage	24

2.4 Description physique d'un système d'éclairage public solaires	24
2.4.1 Générateur photovoltaïque :GPV.....	24
2.4.2 Les batteries	25
2.4.3 Le régulateur :.....	25
2.4.4 Les onduleurs.....	26
2.4.5 Câblages, fusibles et coupe-circuits.....	26
2.4.6 Les lampes	26
2.4.7 Le lampadaire	32
2.4.8 Les onduleurs.....	35
2.4.9 Les convertisseurs	35
2.4.10 Les récepteurs/applications	36
2.4.11 Types d'implantation.....	36
2.4.12 Câblage :.....	38
2.4.13 Les avantages et désavantages des types de réseau d'éclairage public	39
2.5 Conclusion	42
Référence	42
3 Dimensionnement dans système PV	43
3.1 Introduction.....	43
3.2 Principes généraux :.....	43
3.3 Dimensionnement d'un système photovoltaïque	44
3.3.1 Puissance crête adéquate du panneau photovoltaïque.....	44
3.3.2 Les étapes Pour dimensionner les modules solaires	45
3.3.3 La tension d'un générateur photovoltaïque	45
3.3.4 Nombre de modules à mettre en série et en parallèle.....	46
3.3.5 Emplacement, Orientation et Inclinaison des Modules.....	46

3.3.6 Dimensionnement des batteries	48
3.3.7 Dimensionnement du régulateur	50
3.3.8 Dimensionnement de l'onduleur.....	51
3.3.9 Dimensionnement des câbles électrique.....	51
3.4 Conclusion	52
Références.....	52
4Simulation d'un système d'éclairage solaire.....	53
4.1 Introduction	53
4.2 Données de simulation des différentes parties du système d'éclairage	53
4.2.1 Description du site d'Adrar :	53
4.2.2 Éléments utilisés	54
4.3 Description schématique de la simulation.....	55
4.3.1 Lampe LED	56
4.3.2 Lampe au-sodium-haute-pression (SHP)	56
4.3.3 Lampe de sodium basse pression (SBP) :	57
4.3.4 Lampes à halogène.....	58
4.4 Organigramme de simulation	58
4.4.1 PROGRAMME de simulation	60
4.4.2 Étapes de simulation	61
4.4.3 Résultats relatifs au dimensionnement du système d'éclairage solaire	61
4.5 la comparaison entre les quatre lampes.....	64
4.6 Conclusion.....	65
Conclusion générale.....	66

LISTES DES FIGURES

Chapitre 1 :

- Fig1.1 : Carte de localisation de la Wilaya d'Adrar, Algérie.
- Fig1.2 : Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale.
- Fig. I.3 : Évolution horaire de la densité du flux solaire (Adrar/17-07-2014).
- Fig1.4 : Évolution horaire de la température ambiante et l'humidité relative (Adrar/17-07-2014).
- Fig.I.5 : Photo de la station radiométrique de l'URER'MS d'Adrar.
- Fig1.6 : Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel.
- Fig1.7 : Moyenne annuelle de l'irradiation Solaire globale reçue sur un plan incliné à la Latitude du lieu.
- Fig1.8 : Évolution de la hauteur du soleil en fonction temps.
- Fig1.9 : Variation de l'azimut du soleil en fonction.
- Fig 1.10 : Évolution de la température ambiante externe pour une journée solaire typique.
- Fig1.11 : Évolution de la température ambiante externe au cours des quatre jours types choisis au milieu de chaque saison de l'année considérée.
- Fig 1.12 : Évolution horaire de la température mesurée de l'air externe par rapport la température des différentes façades externes de l'habitat.
- Fig. 1.13 : Évolution horaire de la densité du flux solaire pour les quatre journées typiques des saisons dans l'année considérée.

Chapitre 2 :

- Fig2.1:Éclairage routier.
- Fig2.2 : Éclairage des espaces publics.
- Fig2.3 : Éclairage des espaces sportifs.
- Fig 2. 4 : Éclairage d'ambiance.
- Fig2.5 : batterie.
- Fig2.6 : Régulateur.
- Fig2.7 : Lampe incandescence classique.
- Fig2.8 : lampe à incandescence halogéné.
- Fig2.9 : lampes LED.
- Fig2.10 : Spectre électromagnétique de la lampe LED.
- Fig2.11 : Le mât (support).
- Fig2.12 : Lampadaire solaire.
- Fig2.13 : Système d'éclairage solaire.
- Fig2.14 : Les différents types d'implantation.
- Fig2.15 : Agencement structurés.
- Fig2.16 : Agencement aléatoire.

Chapitre 4 :

Fig 4.1 : Lampe LED.

Fig 4.2 : Éclairage des espaces publics.

Fig 4.3 : courbe de E_c et E_p (lampe LED).

Fig4.4 : courbe de E_c et E_p (lampe SHP).

Fig4.5 : courbe de E_c et E_p (lampe SBP).

Fig4.6 : courbe de E_p et E_c (lampe Halogène).

Fig4.7 : la comparaison de E_c entre les quater lampes.

Fig4.8 : la comparaison de E_p entre les quater lampes.

Listes des Tableaux

Chapitre 1 :

Tableaux 1.1: Données astronomiques pour la journée typique des quatre saisons de l'année.

Tableaux 1.2 : Données de la densité du flux solaire horaire mesurées des quatre journées typiques des saisons de l'année considérée.

Chapitre 2 :

Tableau 2.1 : les caractéristiques des lampes.

Chapitre 4 :

Tableau 4.1 : Différentes irradiations solaires globales du site d'Adrar.

Tableau 4.2 : Données pour la lampe LED.

Tableau 4.3 : Données pour la lampe SHP.

Tableau 4.4 : Données pour la lampe SBP.

Tableau 4.5 : Données pour la lampe à halogénure.

Tableau 4.6 : Type LED.

Tableau 4.7 : Type SHP.

Tableau 4.8 : Type SBP.

Tableau 4.9 : Type à halogénure.

Nomenclatures

Symbol	Désignation	Unité
T	Température	°C
T_{sol}	Température du sol	°C
T_{amb}	Température de l'ambiance	°C
t	Temps	s
S	Surface	m ²
e	épaisseur	m
V	Volume	m ³
P	Pression	Pas ₁
v	Vitesse d'écoulement	m.s
ϕ	Flux lumineux	Lm
η	Rendement (efficacité) lumineux	Lm/w
R	Résistance	Ω ohom
L	Longueur de câble	m
ρ	Résistivité	Ω/m
I	Courant	A
q	Quantité de la chaleur	W
E_p	Énergie produite	W.s
E_c	Énergie consommée	W.s
P_c	Puissance crête	W
P_u	Puissance	W.m ⁻²
P_c	Puissance crête calculée du générateur PV	W.m ⁻²
P_{ceff}	Puissance crête effective du générateur photovoltaïque	W.m ⁻²
G	Flux solaire d'une journée	kWh/m ² /jour
C_b	Capacité par élément de batteries	Ah
C_{eff}	Capacité effective	Ah
U	Tension	volt
U_b	Tension de la batterie	volt
U_n	Tension aux bornes du générateur photovoltaïque	volt
U_u	Tension par élément de batteries	volt
λ	Longitude de lieu	(°)
φ	Latitude de lieu	(°)
γ_{opt}	L'angle d'inclinaison mensuel optimal	(°)
β_{opt}	L'angle azimutal mensuel optimal	(°)
H_{opt}	L'irradiation solaire globale mensuelle optimale	kWh/m ² .jr
I_r	l'irradiation quotidienne	kWh/m ² .jr
K	Coefficient correcteur	

N_{bp}	nombre de branche en parallèle	
N	nombre de jour d'autonomie	
N_t	nombre total de module	
N_l	nombre des lampes	
N_s	nombre d'élément en série	
D	décharge maximale admissible (de 0,5 à 0,8) pour batteries au plomb	
PV	photovoltaïque	
GPV	générateur photovoltaïque	
DC= CC	Courant Continu	
AC=CA	Courant alternatif	
PSE	Paroi Sud externe	
PNE	Paroi Nord externe	
PEE	Paroi Est externe	
POE	Paroi Ouest externe	
PFPE	Paroi fond plafond externe	

Introduction Générale

Le développement et l'exploitation des énergies renouvelables a connu une forte croissance ces dernières années. D'ici 20 à 30 ans, tout système énergétique durable sera basé sur l'utilisation rationnelle des sources traditionnelles et sur un recours accru aux énergies renouvelables.

L'Algérie, de part sa situation géographique, bénéficie des conditions favorables à l'utilisation des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, l'une des possibilités de l'exploitation de ce type d'énergie est sa transformation directe en une énergie électrique, au moyen des convertisseurs photovoltaïque. Plusieurs projets et programmes solaires ont été initiés et développés notamment par le centre de développement des énergies renouvelable CDER, tel que le dimensionnement des équipements photovoltaïques, des visites de sites d'implantation, la réalisation et la mise en place des installations photovoltaïques, l'acquisition de matériels et des équipements spécialisés, l'entretien et la maintenance de ses équipements...etc.

La région d'Adrar est le site le plus intéressant pour les applications solaire avec un gisement qui dépasse le $7 \text{ kWh/m}^2 \text{ j}$ et surface de plus de $400\,000 \text{ km}^2$.

L'énergie électrique est un facteur essentiel de l'évolution et du développement des secteurs industriels. Elle est devenue indispensable par la multiplicité des domaines d'activité où elle est demandée. Donc, elle doit être produite, transportée, distribuée d'une façon permanente.

La technologie photovoltaïque ne cesse de s'améliorer et se développer dans le monde avec une réduction du prix et augmentation du rendement et de la performance.

Ces dernières années, l'utilisation rationnelle de l'énergie est devenue un problème majeur pour répondre à des besoins mondiaux croissants et à la décroissance progressive et inéluctable des ressources naturelles. L'éclairage, avec une consommation mondiale de 19% de l'électricité produite annuellement, est un secteur qui a un rôle important à jouer en vue de la maîtrise de la demande d'électricité. Avec 10% du secteur, l'éclairage public est ainsi en première ligne.

La gestion de l'éclairage représente aujourd'hui un enjeu majeur pour le développement durable. Plusieurs défis technologiques doivent être relevés ; citons l'augmentation de la durée de vie des lampes, l'amélioration du rendu des couleurs, la miniaturisation de la source et du système, ou encore la réduction des nuisances environnementales.

De ce fait l'objectif de notre de travail et de faire une étude complète sur un système d'éclairage solaire photovoltaïque, présenter son principe de dimensionnement avec une simulation pour une application d'éclairage public sur le site d'Adrar. Tout on prenons en considération la variété des équipements solaires intervenant dans ce type d'installation, tels que les panneaux solaires, les batteries, et les conditions météorologiques des sites d'installation (rayonnement, température, etc.).

Ce mémoire se devise en 4 grandes parties le premier chapitre est dédié au gisement solaire

Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation des systèmes d'éclairages solaire suivi d'un troisième chapitre consacré au dimensionnement dans système PV solaire. Dans le quatrième chapitre on a présenté la partie de simulation du système d'éclairage solaire choisi.

Et enfin comme conclusion, était présenté un récapitulatif des grandes lignes de nos travaux avec une comparaison de certains résultats théoriques afin d'aboutir à des règles à retenir en considération pour le dimensionnement d'un système PV solaire, et nous finalisons notre travail par la proposition de quelques perspectives dans le future proche.

Chapitre 1

Gisement solaire

1.1 Introduction :

Le soleil est une sphère gazeuse hélium et dihydrogène (80% H₂, 19% He et 1% autres éléments), sa densité moyenne est de 76000 Kg/m³ au centre, la masse du soleil représente 99.58% de la masse totale de système solaire et 330000 fois celle de la terre, son âge est estimé à 5.109 ans, le diamètre du soleil atteint 1391000 Km. [1] Le soleil est composé de trois régions principales :

1.1.1 L'intérieur:

C'est le lieu de la production de l'énergie par une suite des réactions thermo-nucléaire Exothermique dite « cycle de Bethe ». La température dans ces régions peut atteindre de 8.10⁶ à 40.10⁶ K, et la pression un milliard d'atmosphère [1]

1.1.2 Photosphère :

C'est une mince région (300 Km d'épaisseur environ). Elle est seule responsable de la majorité du rayonnement qui arrive au sol, sa température moyenne est de quelques milliers de degrés, mais elle décroît rapidement dans l'épaisseur jusqu'à la température de la surface qui est de l'ordre de 5720 K. [1]

1.1.3 La chromosphère et couronne :

C'est une région à faible densité ; sa matière est très diluée le rayonnement émis est très faible. Le soleil est la seule étoile du système solaire et la plus proche de la terre, sa lumière met environ 8 mn à nous atteindre [2], [3].

Le soleil a une importance primordiale sur terre, en lui fournissant d'énormes quantités d'énergie, qui permet la présence de l'eau à l'état liquide et la photosynthèse des végétaux.

Le rayonnement solaire est aussi responsable du climat et des phénomènes météorologiques.

1. Gisement solaire

L'énergie solaire est disponible sur toute la surface de notre planète qui reçoit plus de 15000 fois l'énergie que l'humanité consomme. L'exploitation de cette énergie peut se faire de trois manières : énergie thermique, énergie thermodynamique et l'énergie photovoltaïque.

Le choix de la région d'Adrar est basé sur l'effet que l'Algérie en particulier et les pays de l'Afrique du Nord en général, ont un grand potentiel solaire [4]. Les taux d'irradiation solaire effectués par satellites de l'Agence Spatiale Allemande (ASA), montrent des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de 1200 kWh/m²/an dans le Nord du Grand Sahara. Par contre, les meilleurs taux d'irradiation solaire en Europe sont de l'ordre de 800 kWh/m²/an limités à la partie sud de l'Europe [4]. Suite à une évaluation satellites fait par l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit de 169 000 TWh/an pour le solaire thermique, 13.9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque et 35 TWh/an pour l'éolien. Cette énergie renouvelable présente à l'heure actuelle une réponse aux problèmes environnementaux et aux émissions de gaz à effet de serre qui menace la planète entière est une solution durable à la crise actuelle de l'énergie.

1.2 Région désertique d'Adrar :

Le mot Adrar signifie en langue berbère "montagne". Issue du découpage administratif de 1974, la Wilaya d'Adrar s'étend sur la partie Nord du Sud-Ouest algérien, couvrant

Ainsi une superficie de 427.968 km² soit 17,97% du territoire national. Généralement occupée par le Sahara, Adrar est peu peuplée avec une densité de population de 0.75hab/km² (voir la figure 1.3) [6, 7,8].



Fig 1.1 : Carte de localisation de la Wilaya d'Adrar, Algérie [8]

1.3 Paramètres météorologiques :

Les Paramètres météorologiques de la région la région d'Adrar où l'installation du chauffage solaire sera installée, contribuent d'une manière considérable sur sa performance.

En effet la maîtrise de l'évolution et de la variabilité des paramètres météorologiques du site permettra d'avoir une vue globale et claire sur les périodes optimales du chauffage. La durée d'insolation dans le Sahara algérien est de l'ordre de 3500h/an est la plus importante au monde, elle est toujours supérieure à 9h/j et peut arriver jusqu'à 14h/j pendant l'été à l'exception de l'extrême sud où elle baisse jusqu'à 10h/j en période estivale [9].

La région d'Adrar est particulièrement ensoleillée et présente le plus grand potentiel de toute l'Algérie comme il est illustré dans la figure. 1.4.

1. Gisement solaire

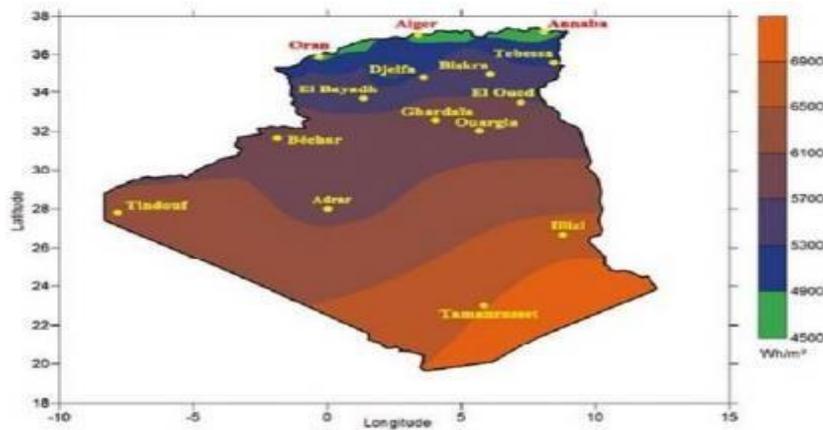


Fig 1.2 : Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale [9].

On constate que l'évolution horaire de la composante du flux solaire global incident sur le plan horizontal domine les évolutions horaires autres composantes du flux solaire telles que : la composante directe et la composante diffuse. Ainsi on a pu remarquer que cette évolution est liée totalement avec l'orientation du plan et aussi la course du soleil dans la journée.

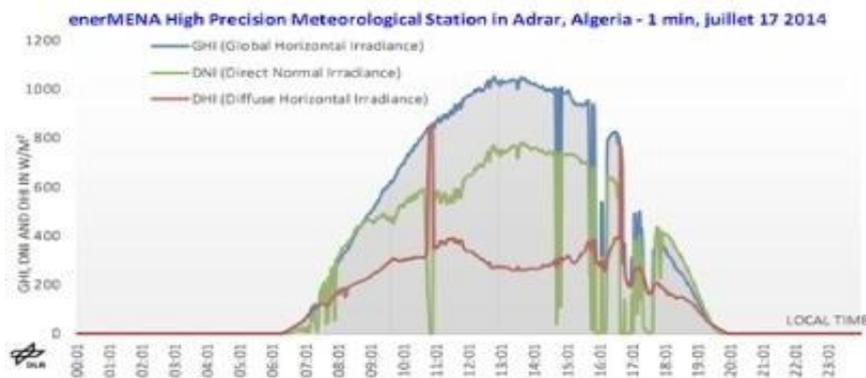


Fig. I.3 : Évolution horaire de la densité du flux solaire (Adrar/17-07-2014) [10].

La figure I.5 donne les évolutions horaires des flux solaires global, direct et diffus incidents sur un plan horizontal dans la région d'Adrar. Ces évolutions de la densité du flux solaire ont été mesurées durant la journée du 17 Juillet 2014, par une station radiométrique implantée dans l'Unité de Recherche des Énergies Renouvelables aux Milieux sahariens (URER'MS) d'Adrar.

1. Gisement solaire

La figure I.6 représente l'évolution horaire de la température moyenne de l'ambiance extérieure et l'humidité relative pour une journée typique dans le mois de juillet. On constate que, la température de l'ambiance extérieure entre 15h00 à 16h00 est visiblement plus grande que celle des périodes avant midi et même à midi-pile et surtout plus grande par rapport à la période nocturne. Cette différence est due à l'effet de la course du soleil durant une journée dans la saison d'été qui peut atteindre 48°C vers 15h30. En effet, on remarque une légère présence d'humidité durant toute la journée presque nulle à partir du 07h00 du matin.

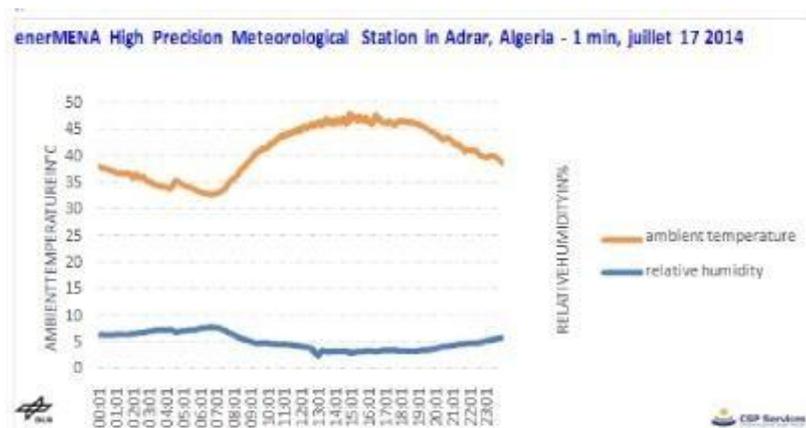


Fig. I.4 : Évolution horaire de la température ambiante et l'humidité relative (Adrar/17-07-2014)[10].

1.4 Outils de mesures des données climatiques :

Les données climatologiques de la distribution de la densité du flux solaire (Fig. I.5), de la température moyenne et l'humidité relative (Fig. I.6) dans la région d'Adrar ont été mesurées à l'aide de la station radiométrique implémentée dans l'Unité de Recherche en énergies Renouvelables en Milieu Saharien "URER'MS" d'Adrar [11].

Cette station de mesure radiométrique autonome est réalisée à la fin de l'année 2010. Ainsi, pour exploiter cette ressource énergétique des études expérimentales et théoriques ont été abordées par l'équipe du gisement solaire afin de caractériser d'une manière efficace le site d'Adrar du point de vue gisement solaire.

1. Gisement solaire

Cependant, cette station radiométrique de haute précision a été installée à l'Unité de Recherches en énergies Renouvelables d'Adrar, celle-ci utilise un système de poursuite tridimensionnel (Sun-Tracker), comporte deux parties : Une partie fixe qui est constituée d'un pyranomètre type EKO, pour la mesure du rayonnement global reçu sur un plan horizontal, d'un thermo hygromètre type TECNOEL pour la mesure de la température et de l'humidité, et d'un solarimètre.

Une partie mobile, qui est capable de suivre la trajectoire du soleil depuis le coucher jusqu'au lever, grâce à un système robotique. Cette partie est pourvue d'un pyréliomètre qui est pointé vers le disque solaire, pour la mesure du rayonnement solaire direct intégré sur toute les longueurs d'ondes (entre 0,2 et 0,4 micromètre) reçues sur un plan normal, et d'un pyromètre type EKO pour la mesure de l'éclairement diffus sur un plan horizontal muni d'une boule sphérique pour cacher le flux radiatif venant directement du disque solaire. La somme de ces deux mesures (diffus + direct), donne le rayonnement global.

Ces données sont ainsi analysées et exploitées dans le but de les utiliser dans beaucoup d'applications énergétiques notamment pour les systèmes à conversion thermique et photovoltaïque..

La figure I.7, présente une photo illustrative de cette station radiométrique d'URER'MS d'Adrar [11]



Fig.I.5 : Photo de la station radiométrique de l'URER'MS d'Adrar :

(a) mesure le rayonnement global horizontal, (b) mesure le rayonnement incliné suivant la latitude, (c) mesure le rayonnement avec une inclinaison variable.

1. Gisement solaire

1.5 Gisement Solaire de la Région d'Adrar Étude et Analyse :

1.5.1 Gisement solaire au niveau de la willaya Adrar :

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire. De par sa situation géographique. L'Algérie dispose d'un gisement solaire important encore inexploité. Adrar dispose d'un gisement solaire énorme comme le montre la figure1 [1].

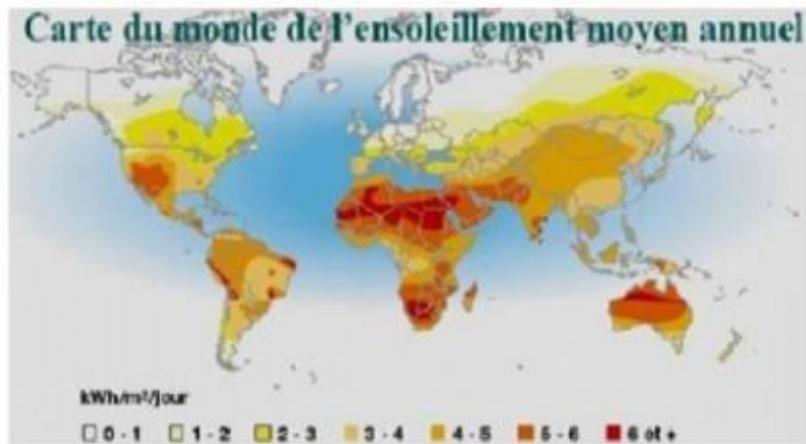


Fig 1.6 : Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel [5].

La durée d'insolation dans la région d'Adrar est de l'ordre de 3500h/an est parmi les plus importante au monde, si ce n'est pas certes qu'elle est la plus importante au monde, elle est toujours supérieure à 8h/j et peut arriver jusqu'à 12h/j pendant l'été à l'exception de l'extrême sud où elle baisse jusqu'à 6h/j en période estivale. La région d'Adrar est Particulièrement ensoleillée et présente le plus grand potentiel de toute l'Algérie.

Fig 1.2 Moyenne annuelle de l'irradiation Solaire globale reçue sur un plan incliné à

la Latitude du lieu

1. Gisement solaire

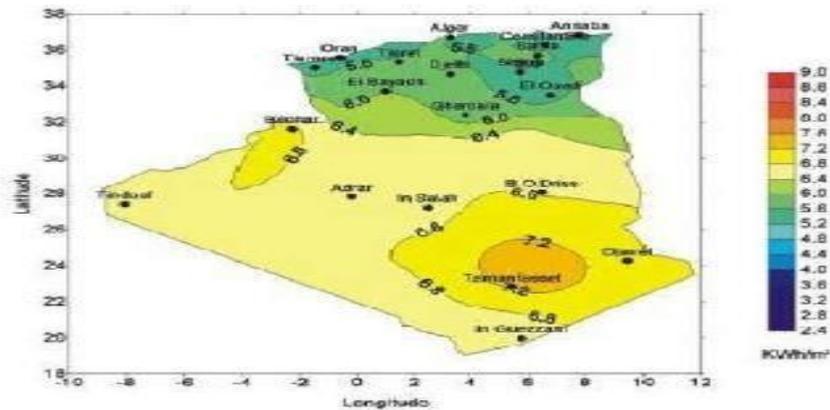


Fig 1.7 Moyenne annuelle de l'irradiation Solaire globale reçue sur un plan incliné à la Latitude du lieu

.15.2 Gisement solaire des journées typiques choisies dans la région d'Adrar :

.15.2.1. Données astronomiques et météo logiques de la journée typique considérée :

Dans les tableaux ci-après, on donne les données astronomiques pour la journée typique (tableau a) et la journée typique des quatre saisons de l'année ((tableau b), (tableau c),(tableau d)et (tableau e)) qui seront utilisées pour le calcul des différentes densités du flux solaire influencent les échanges thermiques dans l'enveloppe habitable

Journée typique (17 Juillet 2014)	
Température d'ambiance maximale en (°C)	47.70
Température d'ambiance minimale en (°C)	32.50
Température d'ambiance moyenne en (°C)	40.70
Flux maximal en (W/m ²)	1051.00
Flux moyen en (W/m ²)	323.00
Vitesse moyenne du vent en (m/s)	5.80
Durée du jour en (h)	14.00
Heure du lever du soleil en (h)	5.00
Heure du coucher du soleil en (h)	19.00
Déclinaison du soleil en (°)	-13°12'
Correction d'équation du temps en (minute)	17'.97''

(a) Données astronomiques de la journée type (17 Juillet 2014).

1. Gisement solaire

Journée typique de la saison de l'hiver (03 Février 2014)	
Température d'ambiance maximale en (°C)	25.9
Température d'ambiance minimale en (°C)	11.7
Température d'ambiance moyenne en (°C)	18.2
Flux maximal en (W/m ²)	784.00
Flux moyen en (W/m ²)	211.00
Vitesse moyenne du vent en (m/s)	2.8
Durée du jour en (h)	11.00
Heure du lever du soleil en (h)	6h38
Heure du coucher du soleil en (h)	17h14
Déclinaison du soleil en (°)	-16°.96'
Correction d'équation du temps en (minute)	13'.97''

Journée typique de la saison du printemps (05 Mars 2014)	
Température d'ambiance maximale en (°C)	29.7
Température d'ambiance minimale en (°C)	11.8
Température d'ambiance moyenne en (°C)	21.0
Flux maximal en (W/m ²)	930.00
Flux moyen en (W/m ²)	274.00
Vitesse moyenne du vent en (m/s)	2.1
Durée du jour en (h)	12.00
Heure du lever du soleil en (h)	6h03
Heure du coucher du soleil en (h)	17h55
Déclinaison du soleil en (°)	-6°.76'
Correction d'équation du temps en (minute)	-12'.22''

(b) Journée typique de la saison de l'hiver.

(c) Journée typique de la saison du printemps.

Journée typique de la saison de l'été (03 Aout 2014)	
Température d'ambiance maximale en (°C)	44.7
Température d'ambiance minimale en (°C)	33.7
Température d'ambiance moyenne en (°C)	39.7
Flux maximal en (W/m ²)	614.00
Flux moyen en (W/m ²)	141.00
Vitesse moyenne du vent en (m/s)	3.1
Durée du jour en (h)	13.00
Heure du lever du soleil en (h)	5h26
Heure du coucher du soleil en (h)	18h53
Déclinaison du soleil en (°)	17°.38'
Correction d'équation du temps en (minute)	-5'.87''

Journée typique de la saison de l'automne (05 Novembre 2014)	
Température d'ambiance maximale en (°C)	24.3
Température d'ambiance minimale en (°C)	12.5
Température d'ambiance moyenne en (°C)	18.4
Flux maximal en (W/m ²)	771.00
Flux moyen en (W/m ²)	71.00
Vitesse moyenne du vent en (m/s)	4.2
Durée du jour en (h)	11.00
Heure du lever du soleil en (h)	7h27
Heure du coucher du soleil en (h)	18h06
Déclinaison du soleil en (°)	-19°.54'
Correction d'équation du temps en (minute)	16'.26''

(d) Journée typique de la saison de l'été.

(e) Journée typique de la saison de l'automne.

Tableaux 1.1 : Données astronomiques pour la journée typique des quatre saisons de l'année.

.15.2.2. Hauteur angulaire et l'azimut soleil dans la journée typique :

La position précise du soleil dans le ciel à un moment donné se détermine à l'aide de deux coordonnées essentielle telles que : L'azimut et la hauteur angulaire. Sachant que,

1. Gisement solaire

cette hauteur varie entre 0° dans la période nocturne et 90° à midi solaire comme indique la figure 1.8 En plus l'azimut du soleil qui est négatif avant midi solaire, positif après-midi et nul à midi solaire comme le montre la figure 1.9.

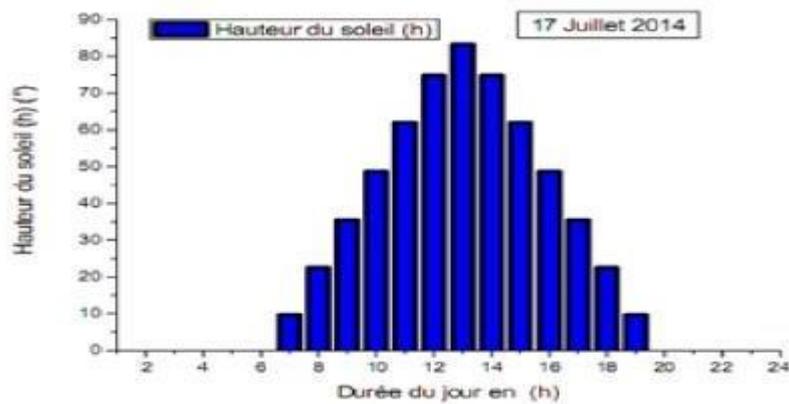


Fig 1.8 : Évolution de la hauteur du soleil en fonction temps.

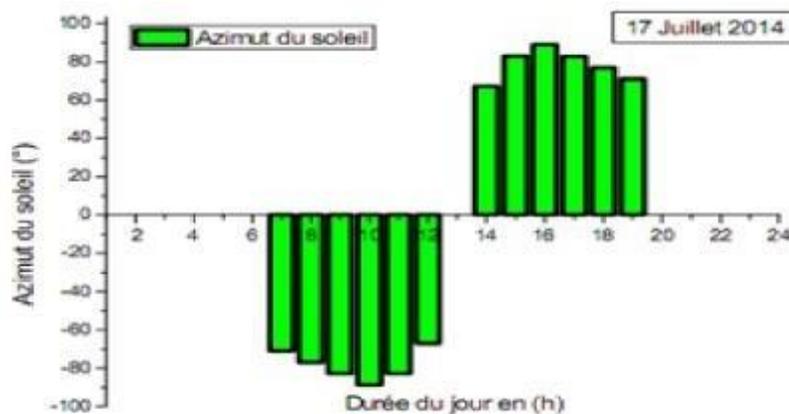


Fig 1.9 : Variation de l'azimut du soleil en fonction .

1.6.2.3 Analyse de la température de l'environnement externe de l'habitat :

Les figures 1.10 et 1.11 présentent une comparaison entre la température calculée par le modèle numérique développé est la température mesurée par la station radiométrique de l'unité de recherche des énergies renouvelables au milieu saharien d'Adrar pour la journée type (Fig. 1.10) et pour les quatre journées choisies au milieu de chaque saison (Fig. 1.11). Notant que les illustrations de la figure 1.11, ont été ajoutées pour élargir l'éventail de comparaison sur d'autres journées des quatre saisons de l'année 2014.

1. Gisement solaire

On peut constater que les résultats obtenus par le modèle développé sont en on accord pour la période comprise entre 6h et 15h. Alors qu'avant 6h où après 15h une différence remarquable a été constatée. Celle-ci peut être attribuée aux hypothèses simplificatrices et à la négligence d'autres paramètres qui ne sont pas prises en considérations par les modèles empiriques actuels.

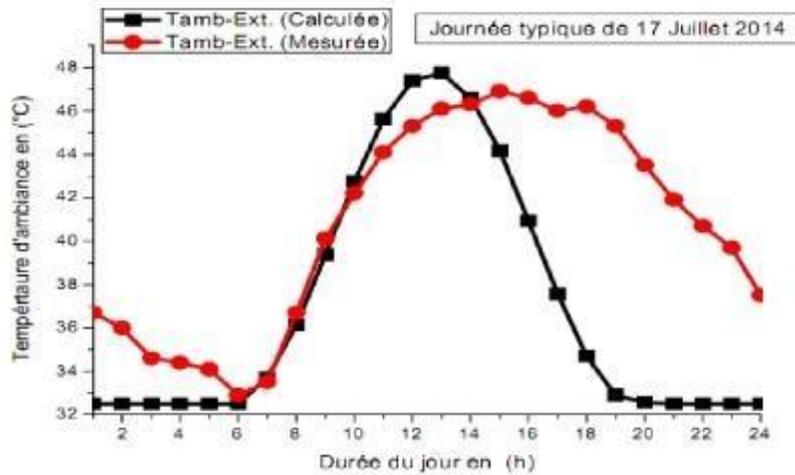
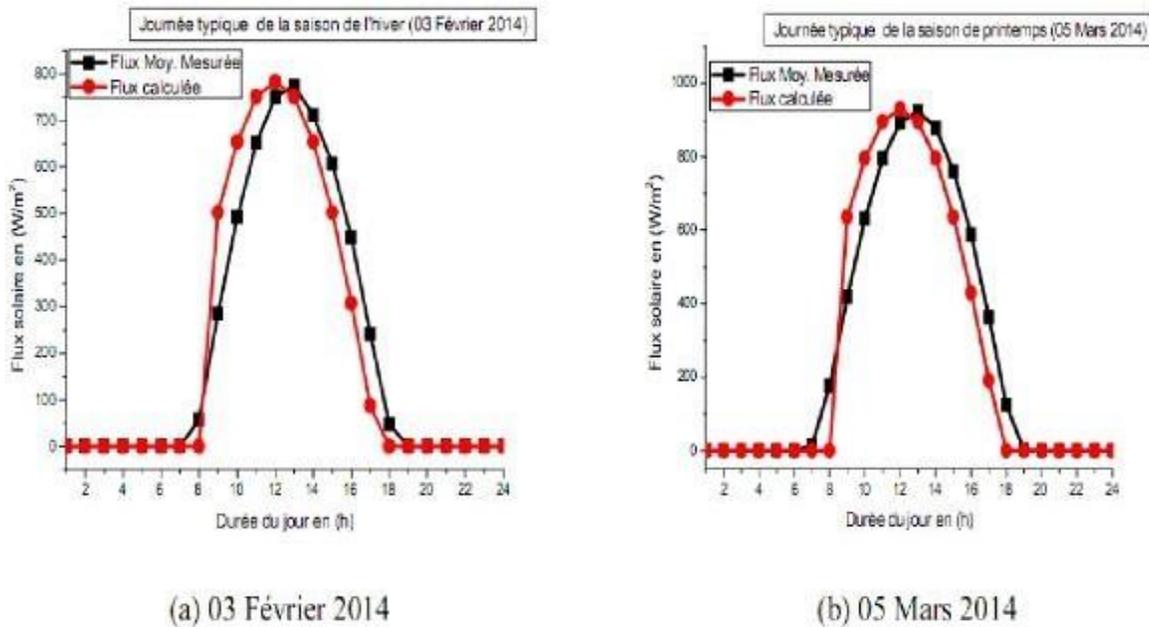


Fig 1.10 : Évolution de la température ambiante externe pour une journée solaire typique.



1. Gisement solaire

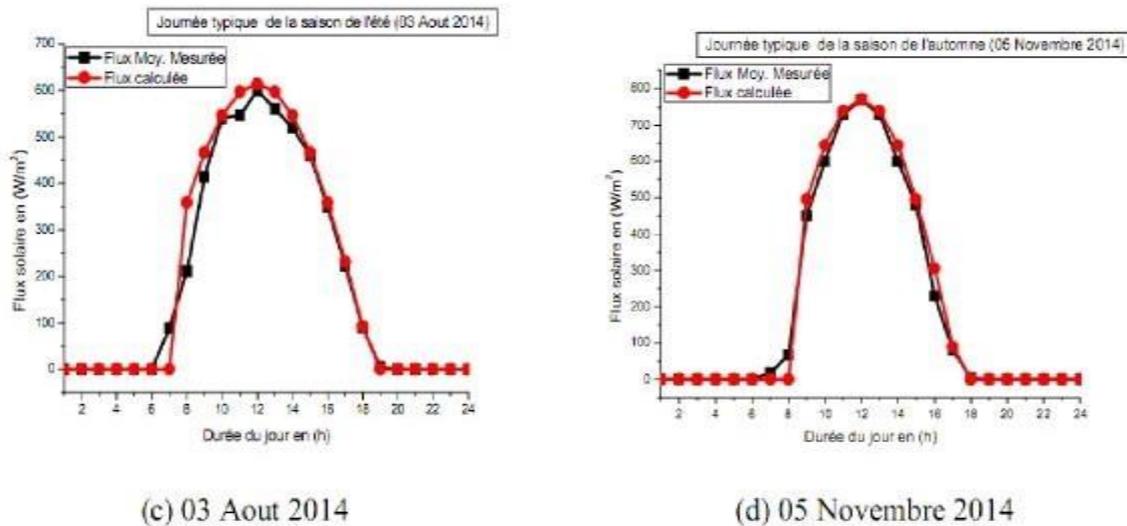


Fig 1.11 : Évolution de la température ambiante externe au cours des quatre jours types choisis au milieu de chaque saison de l'année considérée.

1.5.2.4 Analyse comparative entre la température externe des différentes façades de l'habitat avec celle de la station radiométrique :

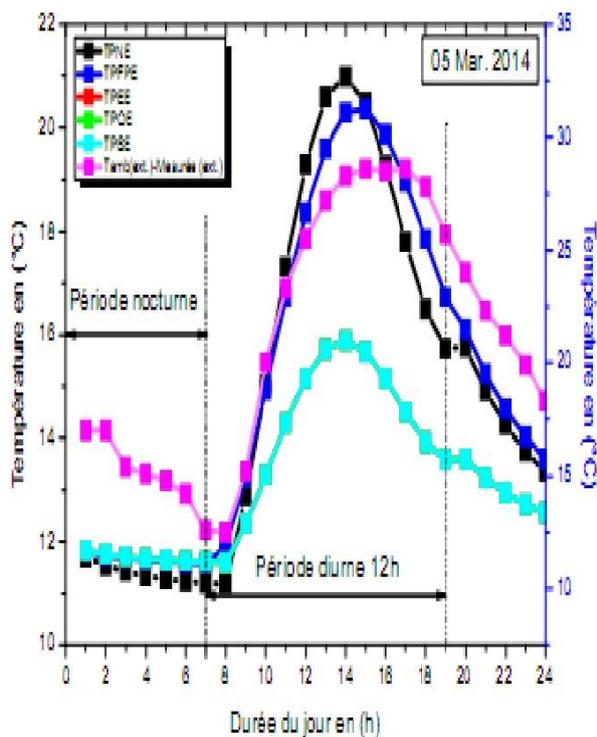
Les figures 1.12 présentent une comparaison entre les températures calculées des façades externes de l'habitat par le modèle numérique développé et la température mesurée par la station radiométrique de l'unité de recherche des énergies renouvelables au milieu saharien d'Adrar pour les quatre journées choisies au milieu de chaque saison. D'après cette figure, on constate que, dans les trois journées typiques des saisons choisies (Fig1.12.a.b.d) la température qui décrit les échanges thermiques entre la façade externe de la toiture de l'enveloppe habitable (TPFPE) et la température de la face Nord externe (TPNE) est plus grande par rapport aux autres températures et plus grande que celle de la température de l'air externe mesurée. [12]

Par ailleurs, l'évolution de la température mesurée pour la journée typique 03 février dans la saison d'hiver (Fig.1.12.c) est plus grande par rapport aux autres températures des façades externes de l'habitat avec un pic de 17.5°C à 15h00 du soir.

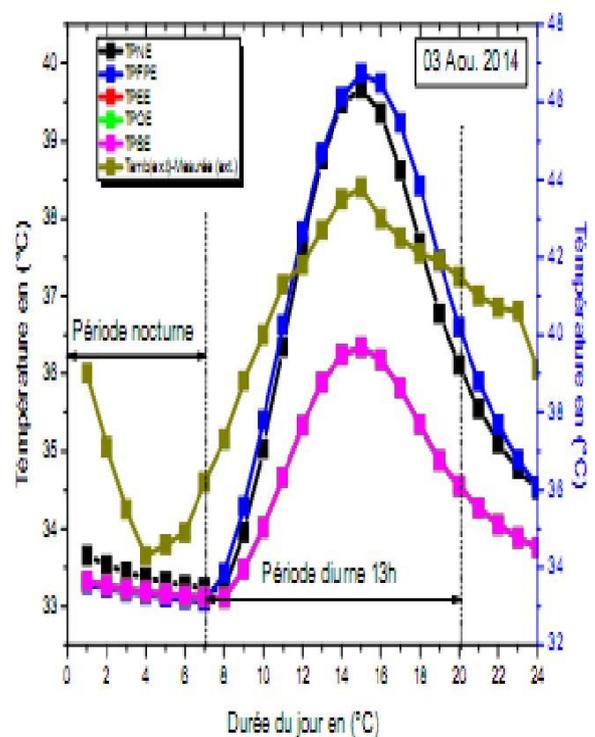
1. Gisement solaire

En effet, les températures des façades externes pour les saisons de printemps et l'été atteignent leurs maximums dans la période diurne comprise entre 11h00 et 15h00, sauf les saisons d'hiver et l'automne, le maximum est compris dans la période diurne midi-solaire et 15h00.

Ce déphasage dans le temps de l'évolution des températures des façades externes entre saison et une autre est parfaitement lié avec la durée astronomique du jour typique, ce qui fait la différence entre journée par rapport à l'autre et saison à l'autre. En plus, peut signaler que la durée astronomique de la journée a une influence importante sur l'évolution de toutes les températures des parois de l'enveloppe habitable décrivant les échanges thermiques externes et internes.[12]

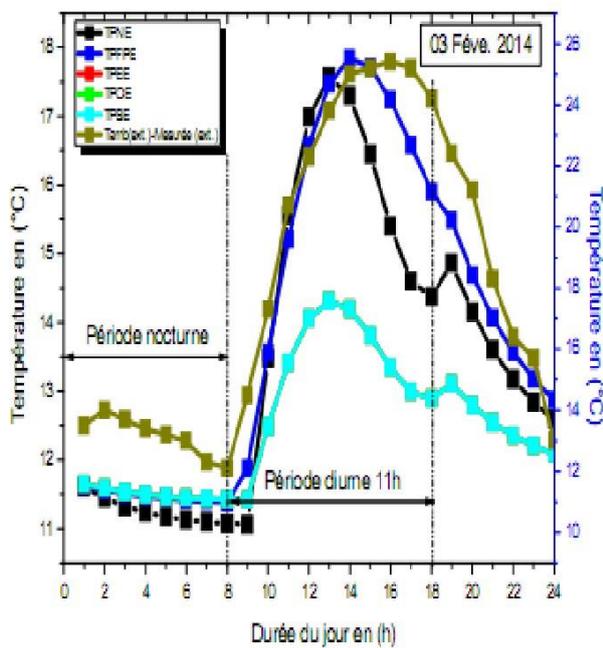


(a) 05 Mar. Saisons de printemps

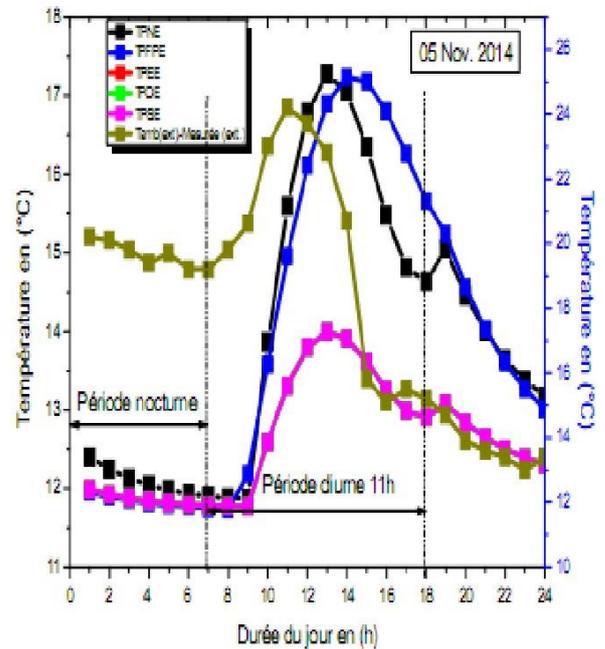


(b) 03 Aou. Saison d'été

1. Gisement solaire



(c) 03 Fév. Saison d'hiver



(d) 05 Nov. Saison d'automne

Fig 1.12 : Évolution horaire de la température mesurée de l'air externe par rapport la température de différentes façades externes de l'habitat.

1.5.2.5 Analyse de la densité du flux solaire moyenne de la journée typique :

Les tableaux 1.2 (a, b, c, e et d) donnent les valeurs moyenne journalières de la densité du flux solaire mesurées par la station radiométrique de l'unité de recherche d'Adrar pour un plan horizontal dans les quatre journées typiques aux saisons choisies de l'années 2014.[12]

1. Gisement solaire

Journée typique (17 Juillet 2014)																								
Heure (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flux moyen (W/m ²)	00	00	00	00	00	00	10	118	354	562	759	893	999	1032	932	904	556	291	277	72	00	00	00	00

(a) Données de la densité moyenne du flux solaire horaire mesurées pour la journée type 17 juillet 2014.

Journée typique de la saison de l'automne (05 Novembre 2014)																								
Heure (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flux moyen (W/m ²)	00	00	00	00	00	00	00	18	67	450	600	730	770	730	600	480	229	80	4	00	00	00	00	00

(b) Données de la densité moyenne du flux solaire horaire mesurées de la journée type 05 Novembre 2014.

Journée typique de la saison de printemps (05 Mars 2014)																								
Heure (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flux moyen (W/m ²)	00	00	00	00	00	00	00	12	176	418	631	795	893	925	879	761	587	363	123	2	00	00	00	00

(c) Données de la densité moyenne du flux solaire horaire mesurées de la journée type 05 Mars 2014.

Journée typique de la saison de l'été (03 Aout 2014)																								
Heure (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flux moyen (W/m ²)	00	00	00	00	00	00	3	89	211	414	540	547	600	560	520	460	350	222	90	5	00	00	00	00

(d) Données de la densité moyenne du flux solaire horaire mesurées de la journée type 03 Aout 2014.

Journée typique de la saison de l'hiver (03 Février 2014)																								
Heure (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flux moyen (W/m ²)	00	00	00	00	00	00	00	00	57	285	493	653	751	774	711	607	449	241	48	00	00	00	00	00

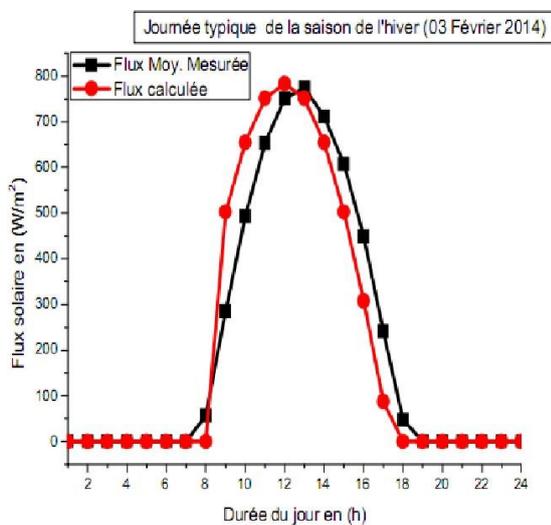
(e) Données de la densité moyenne du flux solaire horaire mesurées de la journée type 03 Février 2014.

Tableaux 1.2 : Données de la densité du flux solaire horaire mesurées des quatre journées typiques des saisons de l'année considérée.

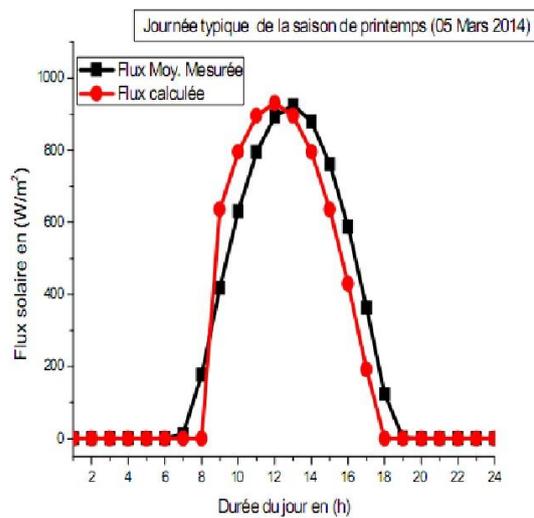
1. Gisement solaire

Les figures (1.13.a.b.c.d) présentent une comparaison entre la densité du flux solaire calculée par le modèle numérique développé est la densité du flux solaire mesurée par la station radiométrique de l'unité de recherche des énergies renouvelables en milieu saharien d'Adrar pour les quatre journées typiques choisies au milieu de chaque saison de l'année 2014 (Printemps, Été, Automne et l'Hiver). Notant que les illustrations de la figure 1.13, Ont été ajoutées pour valoriser et concrétiser la comparaison sur d'autres journées dans l'année 2014.

On peut constater que les résultats obtenus par le modèle développé ont un accord acceptable pour la période diurne comprise entre 6h00 et 18h00 avec une légère différence, Celle-ci peut être attribuée aux hypothèses simplificatrices et à la négligence d'autres paramètres qui ne sont pas prises en considérations par les modèles semi-empiriques utilisés dans la modélisation numérique. Alors qu'avant 6h où après 18h la période nocturne, il n'y a pas de différence entre les deux courbes à cause d'une absence totale du soleil.[12]



(a) 03 Février 2014



(b) 05 Mars 2014

1. Gisement solaire

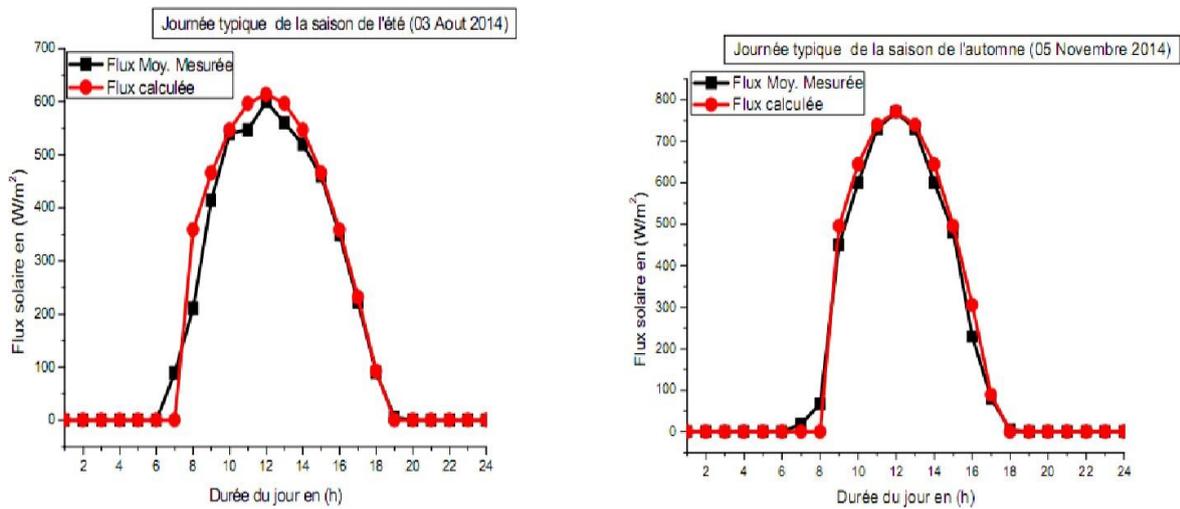


Fig. 1.13 : Évolution horaire de la densité du flux solaire pour les quatre journées typiques des saisons dans l'année considérée.

1.6 Conclusion :

Le présent chapitre est consacré à la présentation de l'évaluation du potentiel énergétique solaire à travers l'Algérie et particulièrement dans la région d'Adrar. Des modèles de calcul ont été présentés pour l'estimation du gisement solaire.

Ces modèles sont basés essentiellement sur les calculs empiriques et semi empiriques pour estimer le rayonnement solaire global, diffus sur un plan horizontal et incliné. De plus, des données météorologiques et radiométriques rassemblées dans des stations de mesure implémentées dans le site de l'URER'MS d'Adrar ont été également présentée à la fin de ce chapitre. Ces données concernent, l'heure de lever et coucher du soleil, la densité du flux, les composantes du rayonnement direct, diffus et global.

Références :

- [1] C, Vauge. Introduction générale sur les différentes énergies renouvelables, Techniques de l'Ingénieur, B263. (1982).
- [2] Ahmed khedim « l'énergie solaire » ; ISBN : 9973-37-124-0 ; centre de publication Universitaire, Tunis 2003.
- [3] <http://www.syndicat-eclairage.com> ; consulté en : 06/06/2013.
- [4] S. Bentouba, L'énergie renouvelable en Algérie et l'impact sur l'environnement, Journal of scientific Research université de Bechar N0 0 vol. 1 (2010).
- [5] Gisement solaire, <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/6837/1/Analyse-des-pertes-thermiques.pdf> (29/10/2017).
- [6] <http://www.algerie-monde.com/wilayas/adrar>.
- [7] B.E. Yousfi, Dynamiques urbaines, mobilités et transports dans le Sud-Ouest Algérien (wilayas d'Adrar (wilayas d'Adrar et de Bechar), Thèse de docteur, univ- Franche-Comte, juin2012.
- [8] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fuseauhoraire>(12/11/2017).
- [9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Wilayad%27Adrar>(12/11/2017).
- [10] MENA High Precision Meteorological Station of Research Unit for Renewable Energies in the Saharan Environment in Adrar, Algeria, 2014.
- [11] Centre de Développement des Énergies Renouvelables, l'Unité de Recherche en Énergies Renouvelables en Milieu Saharien d'Adrar 'URER'MS', 13/11/2017.
-

Chapitre 2

Présentation des systèmes d'éclairage

2.1 Introduction :

Parmi les solutions de production décentralisée d'électricité, l'option, solaire à atteint actuellement un état de maturité qui justifie pleinement son utilisation pour répondre aux besoins en électricité des zones rurales isolées selon des configurations techniquement et économiquement viables. Cette option déjà mise en œuvre dans plusieurs pays (Afrique du nord, pays du Sahel, Asie) et en préparation pour d'autres, forme une alternative complémentaire à l'électrification conventionnelle, [1-2].

Les systèmes solaire photovoltaïques à usage individuel (kit solaire, lampe portables), communautaires (stations de recharge, écoles, dispensaires, pompes solaires) ou productifs (pompes pour maraîchage) peuvent apporter aujourd'hui une réponse adaptée et souvent peu coûteuse à tout un ensemble de besoins prioritaires au milieu rural. La diffusion durable de ses équipements à grande échelle pose cependant encore des problèmes qui ne peuvent être ignorés surtout dans les domaines d'installation, d'entretien et de maintenance. Ses problèmes ont été fortement à l'origine, sous-estimés, ce qui a occasionné d'importantes.

Les enseignements tirés des expériences vécues dans plusieurs pays ont montré que la réussite des programmes d'électrification rurale décentralisée par des systèmes solaires photovoltaïques (kits solaire) repose entre autre sur l'instauration d'un service entretien maintenance efficace et durable tant sur le plan préventif que curatif.

L'appréhension de l'éclairage de façon citoyenne s'impose aujourd'hui comme une évidence, tant les enjeux sont vitaux pour l'avenir, le nôtre, celui de nos enfants, celui de la planète. No terre sera près de 10 milliards sur terre en 2100 et les consommations énergétiques dépasseront alors les capacités de renouvellement de la planète. Les solutions d'éclairage autonome sont une des composantes de l'éclairage citoyen. Celles-ci ne se substituent pas à l'offre «d'éclairage traditionnel», mais viennent la compléter pour des applications spécifiques du type Points de ramassage scolaire en zones diffuses, Aires de covoiturage ,Déchetteries , Cimetières , Aires de repos d'autoroutes et Applications militaires, etc..

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.2 Moyens d'éclairage public :

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, généralement en bordures des voiries et places. L'apport de l'électricité dans les pays en développement est un des moyens de lutter contre la pauvreté. L'installation de points lumineux dans les maisons, l'école, les centres médicaux populations concernées leur conditions de vie et de développer des activités génératrices de revenus. [1]

2.2.1 Caractéristique d'un système d'éclairage :

Les paramètres les plus importants qui déterminent une ambiance lumineuse sont :

- La puissance Crête d'un générateur photovoltaïque (W_c)
- La tension d'alimentation (v)
- Le nombre, la puissance (w) et la durée d'utilisation quotidienne (en heures) des points d'éclairage
- L'autonomie en cas d'absence de soleil(en jour)
- La capacité des batteries (Ah). [1]

2.2.2 Types d'éclairage public :

Chaque éclairage public demande une planification rigoureuse, même s'il s'agit de l'éclairage non-lié aux aspects sécuritaires. Les spécialistes ont pour objectif de confectionner un réseau adapté à sa fonction qui respecte les normes avec une faible consommation électrique et une faible pollution lumineuse tout en garantissant une intégration harmonieuse dans l'environnement.

a) Éclairages routier :

Éclairer les zones de circulation véhiculaire est principalement une question de sécurité. La grande vitesse des véhicules motorisés pose un risque d'accident important que l'éclairage nocturne permet de le réduire considérablement. En conséquence, la réglementation concernant l'éclairage routier est stricte, de plus la planification et l'exécution du projet exigent un grand soin. [3]

2. Présentation des systèmes d'éclairage



fig 2.1 : Éclairage routier

b) Éclairages des espaces publics :

L'éclairage des espaces publics facilite leur surveillance pendant la nuit dans le but de prolonger leur utilité et de prévenir des accidents et des crimes. En créant une atmosphère détendue, ils sécurisent donc les utilisateurs. Par conséquent, l'illumination des espaces publics augmente la qualité de vie et stimule souvent les activités économiques dans les agglomérations principales.[3]



fig 2.2 : Éclairage des espaces publics

2. Présentation des systèmes d'éclairage

c) Éclairages des espaces sportifs :

Pour permettre des activités sportives pendant des heures d'obscurité, il faut éclairer les terrains de sport avec des projecteurs spécialisés. Il est important que ceux-ci soient assez puissants et ne dérangent pas les joueurs pour éviter des accidents.[3]



fig 2.3 : Éclairage des espaces sportifs

d) Éclairages d'ambiance :

L'éclairage des bâtiments et monuments intéressants souligne leur importance, conçoit des points d'identification et crée une atmosphère agréable. De plus, ce type d'éclairage peut prévenir des graffiti et décharges aléatoire des déchets. Il faut être prudent lors de l'éclairage des espaces verts publics, car cela peut nuire aux plantes.[3]



fig 2.4 : Éclairage d'ambiance

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.3 Avantage de système L'éclairage :

L'éclairage se caractérise par de nombreux avantages qui nous marquent dans notre vie quotidienne :

- Installation très facile et rapide.
- Aucune maintenance demandée.
- Les batteries sont installées dans les fondations, ainsi elles ne peuvent être volées.

Les batteries ont une durée de vie d'environ 15 ans [1].

2.4 Description physique d'un système d'éclairage public solaire

2.4.1 Générateur photovoltaïque (GPV) :

Produire de l'électricité photovoltaïque c'est produire de l'électricité (Voltaïque) à partir de la lumière (Photo) et cela grâce à des photopiles, dites également cellules photovoltaïques, qui captent l'énergie des photons de la lumière. Ce sont ces photopiles montées en série et composées de cristaux de silicium qui constituent un module. [4-5]. Le silicium est un matériau tiré du sable ou du quartz, tous deux riches en silice, généralement un module est constitué de 36 ou de 72 cellules photovoltaïques et donnera une tension de 12 ou de 24 volts. On dit d'un module de 36 cellules qu'il est de 12 volts car il permet de charger une batterie de 12 volts même si sa tension nominale de sortie se trouve autour de 17 volts. Les trois filières les plus utilisées pour la fabrication des cellules photovoltaïques sont le silicium monocristallin, le silicium poly cristallin et le silicium amorphe. Le silicium monocristallin est produit à partir de monocristal de silicium très pure. Les modules constitués de ce silicium sont donc les plus coûteux mais assurent le meilleur rendement. Le silicium poly cristallin est moins pure que le monocristallin car il provient des rebuts de l'industrie, [5]

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.4.2 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 ou une éolienne est une batterie à décharge lente (appelée aussi batterie solaria). Ces batteries sont spécifiquement conçues pour les applications solaires ou éoliennes. Elles n'ont pas les mêmes caractéristiques.



Fg 2.5 : batterie

2.4.3 Le régulateur :

Le régulateur est un élément très efficace dans les installations solaires malgré son faible coût [6], cet élément contrôle les flux d'énergie, pour protéger la batterie d'accumulation et maximiser sa durée de vie, et évite les surcharge et les décharges. Au plus le régulateur peut régler la recharge par autre source [6]. Il y a plusieurs techniques soit mesure de tension soit courant entrant et sortant pour la régulation de batterie, mais en effet la plus utilisée est celle de la mesure de tension à cause de sa simplicité [6].

Le rôle du régulateur dans une installation solaire est très important car le niveau de charge des batteries solaires ne doit être ni trop bas (pas en dessous de 40%) ni trop haut (ne pas dépasser 95%) ni trop haut. Des charges trop faibles ou trop importantes non régulées détériorent les batteries et limitent leur durée de vie. Nous vous recommandons de bien vérifier que le cyclage (nombre de cycles complets de charge - décharge de la batterie) est clairement indiqué par le fabricant qui indique la durée de vie de la batterie solaire. Les batteries solaires de qualité ont une durée de vie de plus de 500 cycles, soit de 7 ans

2. Présentation des systèmes d'éclairage

jusqu'à 15 ans [5]. Les principales utilisations d'une batterie solaire sont : installation solaire en site isolé, camping-car, caravaning, nautisme.



Fig 2.6 : régulateur

2.4.4 Câblages, fusibles et coupe-circuits :

Le câblage permet de relier électriquement tous les composants du système. Des fusibles et des coupe-circuits sont également installés pour protéger l'installation ou pour assurer la maintenance du système : le fusible protège contre les court-circuits et les coupe-circuits permettent de couper l'alimentation en cas d'urgence ou lors de la maintenance.

2.4.5 Les lampes :

La lampe est un objet destiné à produire de la lumière.

2.4.5.1 Caractéristique d'une lampe :

Voici sept caractéristiques à avoir en tête lors du choix des ampoules

1-La puissance de l'éclairage

2-Le flux lumineux

3 -La rendement lumineux

4-La durée de vie de l'éclairage

5-La température de couleur

6-Le rendu des couleurs

7-l'étiquette énergétique.

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.4.5.2 Différentes technologies de lampes :

Pour produire de la lumière, Il existe essentiellement deux techniques principales :

L'incandescence (classique et halogène), luminescence (décharge et LED).

A. Les lampes à incandescence :

Se sont des luminaires électriques qui éclairent en portant à incandescence par effet joule un filament de tungstène, le métal qui a le plus haut point de fusion.

a) Les lampes à incandescence classiques :

Les lampes « classiques » fig2.8 sont utilisées pour l'éclairage domestique intérieur, c'est un dispositif inventé en 1879 par JOSEPH SWAN et améliorée par les travaux de Thomas Edison, L'ampoule contient un filament de tungstène qui est porté à haute température (environ 2823oK) par le passage d'un courant électrique puis émet de la lumière. Généralement l'ampoule remplie d'un gaz inerte comme l'argon ou le krypton, afin d'éviter la détérioration du filament. Ces lampes ont un rendement lumineux faible à cause de la plus grande partie de l'énergie électrique est convertit en chaleur plus qu'en lumière [4].

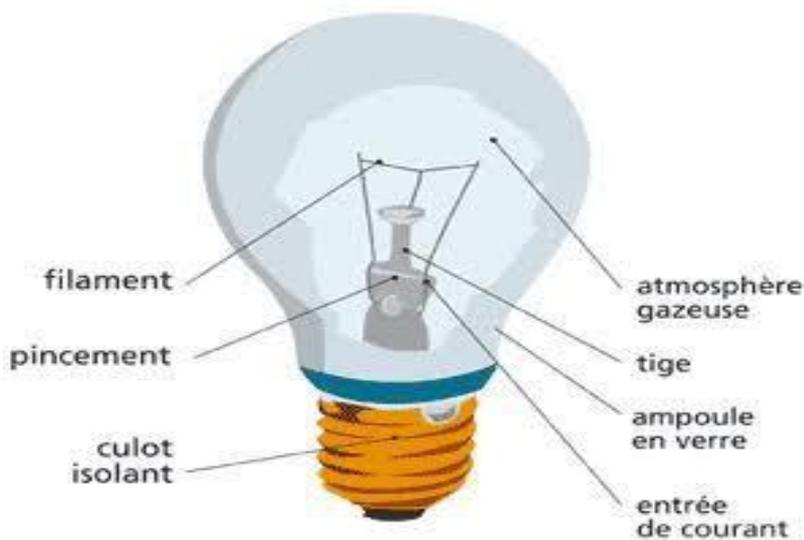


fig 2.7 : Lampe incandescence classique

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Les avantages des lampes classiques sont :

- Bon rendu des couleurs.
- Bon marché.
- Allumage instantané.

Les inconvénients sont :

- Durée de vie très limitée (1000 heures).
- Rendement de lumière produite faible (12 à 20 lm/W).
- L'efficacité lumineuse diminue sensiblement au cours du temps.
- Risques de brûlures dus à la température élevée de l'ampoule.

b) Les lampes à incandescence halogéné :

Comme dans une lampe à incandescence classique avec un filament de tungstène qui est porté à haute température pour rayonner dans le visible et produire de la lumière, l'ampoule doit être réalisée avec un matériau résistant à ces hautes températures tel que le quartz ou verres spéciaux (d'où l'appellation courante de lampe quartz iode)[4].

Ce sont des lampes à incandescence remplies d'un gaz diatomique appartenant à la famille des halogènes ou un de leurs dérivés, De plus en évitant la sublimation, il n'y aura pas de vapeurs de tungstène qui se déposeront sur les parois [4].



fig 2.8 : lampe à incandescence halogéné

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Les avantages des lampes à incandescence halogéné sont :

- Rendement lumineux 30 supérieur à celui une ampoule classique.
- Très bon rendu des couleurs.
- La gamme des halogènes est très étendue allant de 20 à 500 watts.

Leurs inconvénients sont :

- Durée de vie limitée (2000 heures).
- Ne supportent pas les marches/arrêts répétés.

B. Les lampes luminescence :

Le principe de la luminescence est utilisé dans les lampes à décharge.et LED. Ce type de lampes est caractérisé par un grand rendement énergétique [4]

a) Lampes à décharge :

Les lampes à décharge sont des lampes électriques constituées d'un tube ou d'une ampoule en verre remplie de gaz ou de vapeur métallique sous haute ou basse pression, à travers du quel on fait passer un courant électrique il s'ensuit une conversion en photons (de lumière) [4].

a.1) Les types de la lampe de décharge :

•Lampe à décharge basse pression :

Les lampes à décharge basse pression sont des lampes à décharge qui possèdent un gaz à basse pression et elles ont un fort encombrement et proposent des puissances faibles jusqu'à 180W. Différentes vapeurs peuvent y être intégrées sodium, mercure, etc. En fonction des mélanges des couleurs différentes sont obtenues [4].

2. Présentation des systèmes d'éclairage

• **Lampe à décharge haute pression :**

Les lampes à décharge haute pression ont des caractéristiques communes inverses aux lampes basse pression, elles ont un faible encombrement et proposent des puissances qui peuvent aller jusqu'à plus de 3000W, il existe 3 différents types de lampes à décharge haute pression sont vapeur de sodium, vapeur de mercure et halogénure métalliques [4] la couleur de la lumière émise par cette lampe dépend du gaz utilisé :

- Le néon donne une couleur rouge.
- Le mercure s'approche du bleu.
- Le sodium rayonne dans le jaune.
- Le xénon est le gaz qui permet s'approche le blanc pur.

a.2) Les avantages de ces lampes :

Des couleurs stables au fil du temps, Un flux maintenu tout au long de la vie de la lampe Moins d'émission de chaleur qu'une lampe halogène, très économique ;nom graduable UV-block pour réduire les risques de décoloration.

a.3) Les inconvénients de ces lampes :

Un équipement d'alimentation spécial est nécessaire, prix de l'installation initiale plus élevée qu'en incandescence,

b) Les lampes LED :

La LED – light-emitting diode, ou DEL, diode électroluminescente (fig10) – est un composant électronique à semi-conducteur. Lorsqu'un courant traverse la diode dans le sens passant, celle-ci émet de la lumière, Contrairement aux sources lumineuses conventionnelles, les LED sont des composants électroniques, à savoir de minuscules puces électroniques en cristaux semi-conducteurs. Les LED se passent de filtres chromatiques : leur lumière est directement produite en diverses couleurs grâce à différents matériaux semi-conducteurs [5]

2. Présentation des systèmes d'éclairage



fig2.9 : lampes LED

•Spectre électromagnétique :

Pour produire de la lumière blanche, les LED émettent de la lumière bleue à laquelle est ajouté du phosphore jaune, ce qui donne une lumière blanche [5].

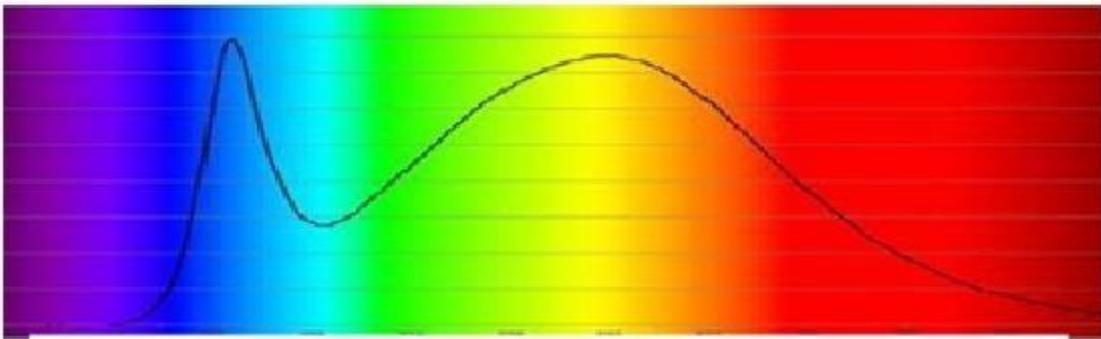


Fig 2.10 : Spectre électromagnétique des lampe LED

Les avantages de ces lampes sont :

- Rendement lumineux intéressant.
- Faible consommation de l'énergie.
- Pas de production d'UV contrairement aux autres lampes.

Leurs inconvénients sont :

- Les Lampes LED est caractéristique Leur prix est encore un peu cher.

2. Présentation des systèmes d'éclairage

C. Les caractéristiques des types des lampes :

Le tableau suivant représente les caractéristiques des différents types des lampes

	Les lampes				
	incandescence		luminescence		
	classique	halogène	A décharge		LED
			Basse pression	Haute pression	
Durée de vie (H)	1 000	2 000	6000 à 16000	6000 à 22000	25000 à 100000
Efficacité Lumineuse (Lm/W)	3 à 17	12 à 25	30 à 180	40 à 130	80 à 100
Flux Lumineuse (Lm)	21 à 4850	60 à 9900	120 à 32000	1300 à 225000	140 à 950
Indice du rendu de Couleur (IRC)	100	100	20 à 85	20 à 95	80 à 90
Puissance(W)	7 à 300	5 à 500	4 à 1000	20 à 2100	1 à 18

Tableau 2.1 : les caractéristiques des lampes

2.4.6 Le lampadaire :

C'est un dispositif d'éclairage public placé en périphérie des voies de circulation publiques, les parcs et les jardins, etc. Un lampadaire photovoltaïque est constitué principalement : du mât et de luminaire [4, 7]

2.4.6.1 Le mât (support) :

Les luminaires sont fixés sur des consoles ou des candélabres. Le support permet de placer un ou plusieurs luminaires dans la position désirée dans l'espace. Le mât est une pièce généralement verticale est forcément fixé au sol.

Il se compose de plusieurs parties [4] :

- Le fût : Partie principale ou unique d'un poteau.
- La plaque d'appui (option) : Cette plaque assure la liaison entre le massif de fondation et le fût.

La crosse : Elle assure le dépôt du luminaire au-dessus de la chaussée.

2. Présentation des systèmes d'éclairage



fig 2.11 : Le mât (support)

•Les types de mât:

- Poteaux en acier : Ils constituent la majeure partie des poteaux couramment utilisés.
- Poteaux en alliage d'aluminium : Ils ont une excellente tenue à la corrosion même en atmosphère polluée et ne nécessitent aucun entretien.
- des poteaux en béton fonte et bois.

Le mât doit pouvoir :

- Résister au vent, aux chocs et aux vibrations [7].
- Résister aux intempéries (pluie, vents, températures, neige) et à la corrosion [7].
- Être ancré solidement au sol (massif en béton) ou sur une façade d'immeuble [7].
- Disposer d'une trappe de visite en pied de support pour recevoir un court-circuit électrique [7].

2.4.6.2 Le luminaire

Le luminaire contient la source lumineuse ainsi que les éventuels auxiliaires. Son rôle est triple [8]:

- dirige, au moyen de l'optique, la lumière fournie par la source lumineuse vers l'espace à éclairer.
- protège la lampe et les éventuels auxiliaires contre les influences externes (coups, eau, poussières..).

2. Présentation des systèmes d'éclairage

•joue un rôle esthétique particulièrement important dans les applications résidentielles ou touristiques de par sa forme, ses couleurs et ses matériaux. Même si la fonction principale du luminaire est de répartir au mieux la lumière, tout luminaire absorbe une partie plus ou moins importante du rayonnement lumineux de la source qu'il contient. Leur rendement (LOR Light Output Ratio) est défini comme le pourcentage de lumière de la lampe émis au-dessus de l'horizontale [9] Il est important d'éviter tous les émissions vers le haut et l'horizontal, des ces conditions les fiches matériels doivent être accompagnées d'un diagramme photométrique [9].

Selon la forme de luminaire il existe plusieurs types d'éclairage :

A. Éclairages direct :

La lumière est directement projetée sur une surface à éclairer. De ce fait, les puissances installées nécessaires au confort visuel sont généralement faible [10].

B. Éclairages indirect :

Le rayonnement lumineux est réfléchi une première fois sur un autre plan avant de parvenir à la surface à éclairer. Cette lumière assure un bon confort visuel. [10].

C. Éclairages diffus :

Les rayons lumineux sont transmis à travers un matériau translucide. L'éclairage diffus permet de gommer ou d'adoucir les ombres. [10].

D. Éclairages orienté :

L'adjonction d'un bouclier ou d'une grille paralume limitant la propagation de la lumière ou l'éblouissement opère une sélection des rayons lumière émis par la lampe. [10]

E. Le lampadaire solaire :

Le lampadaire solaire ou candélabre solaire est un type de lampadaire qui est alimenté par l'énergie solaire, c'est-à-dire équipé d'un ou des modules photovoltaïques qui convertissent pendant le jour, la lumière du soleil en électricité, puis la stockée dans une batterie d'accumulateurs électrochimiques pour être restituée à la lampe pendant la nuit. Le lampadaire solaire comme la figure (13) présente est constitué des éléments suivants : Un module photovoltaïque, des batteries, un régulateur, le luminaire, un poteau [4].

2. Présentation des systèmes d'éclairage



fig 2.12 : lampadaire solaire

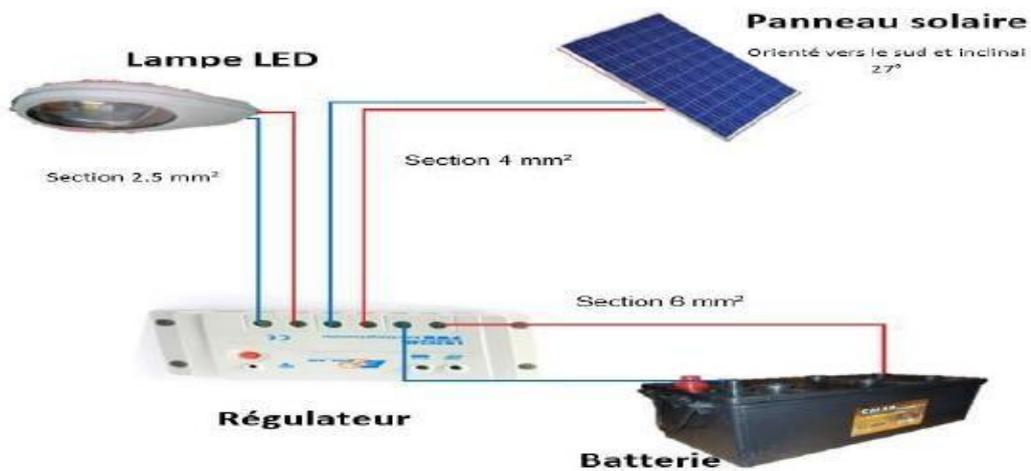


fig 2.13 : Système d'éclairage Solaire

2.4.7 Les onduleurs :

Est un appareil permettant de transformer le courant continu en courant alternatif et d'alimenter les récepteur en alternatif à partir de l'énergie stockée dans la batterie .Certains onduleurs ont la

particularité d'être réversibles. C'est-à-dire qu'ils sont aussi capables de tenir le rôle de chargeur en convertissant le courant alternatif provenant d'une autre source.

2.4.8 Les convertisseurs :

Le convertisseur est un appareil électrique qui permettent de convertir le courant électrique continu en courant électrique alternatif, c'est particulièrement utile avec des panneaux solaires qui

fournissent de l'électricité quand on n'en a pas toujours besoin et qu'il faut alors la stockée dans des batteries. Ce courant continu doit ensuite être converti en courant alternatif pour être utilisé.

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.4.9 Les récepteurs/applications :

Se sont l'ensemble des appareils qui fonctionnent grâce à la tension, mesurent la force ou la poussée que reçoivent les électrons dans un circuit électrique et s'exprime en Volt(V). Concernant l'électricité photovoltaïque et lorsque l'on a un système avec une tension de 12 volts utilisant une batterie de voiture, on peut utiliser des réglettes fluorescentes, une télévision en noir et blanc 12 volts et ces appareils peuvent être moins coûteux que les appareils fonctionnant avec du 24 ou du 48 volts. Certains appareils fonctionnent en courant continu (CC) : les réglettes fluorescentes, les ventilateurs, les télévisions en noir et blanc de 12V. D'autres nécessitent un courant alternatif (CA) et donc la présence d'un onduleur : les ampoules incandescentes, les télévisions, les magnétoscopes, les ordinateurs, les réfrigérateurs. Les récepteurs font partie intégrante du système, leur choix ayant une incidence sur son bon fonctionnement. Il est ainsi nécessaire de privilégier des appareils économes en énergie car ils permettent d'augmenter la durée de vie de la batterie et d'éviter les appareils restant en veille qui entraînent des consommations supplémentaires d'électricité (l'onduleur fonctionnant lors de leur veille).

2.4.10 Types d'implantation :

Selon les différentes voiries et espaces public, il y a différentes types d'implantation des lampadaires. Dans ce que suit la présentation de ces différents types :

2.4.10.1 Des voiries :

A. l'implantation unilatérale :

Ce type est constitué d'un seul rangé des lampadaires (figure 13 (a)), dans la même côté de route. Avantageux par son investissement limité et l'encombrement limité d'un seul trottoir, mais il est adaptée aux chaussées de largeur limitée (Voiries urbaines, Cheminements piétons..)[10].

B. L'implantation bilatérale en vis-à-vis :

Ce type constitué de deux rangés des lampes vis-à-vis des deux côtés de route (figure13(b)). Avantageux par son adaptation aux chaussées de largeur plus importante, et la limitation possible de la hauteur de feu ($H=L/2$), mais son Investissement est plus important [10].

2. Présentation des systèmes d'éclairage

C. L'implantation bilatérale en quinconce :

Ce type est constitué de deux rangés dans les deux côtés de route, mais non vis-à-vis (figure 13 (c)). Avantageux par son esthétique, par contre il possède un investissement plus important son l'uniformité de luminance est plus complexes à obtenir, peut être utiliser pour les voiries desserte et les parcs et les jardins [10].

D. L'implantation axiale :

Ce type est constitué d'un rangé des lampes au milieu de route (axe) (figure 2. 14 (d)). Avantageux par son investissement limité (une seule rangée de mâts), mais l'uniformité de luminance est réduite à le côté opposé et la maintenance est difficile. Utilisé dans les voiries mixtes [10].

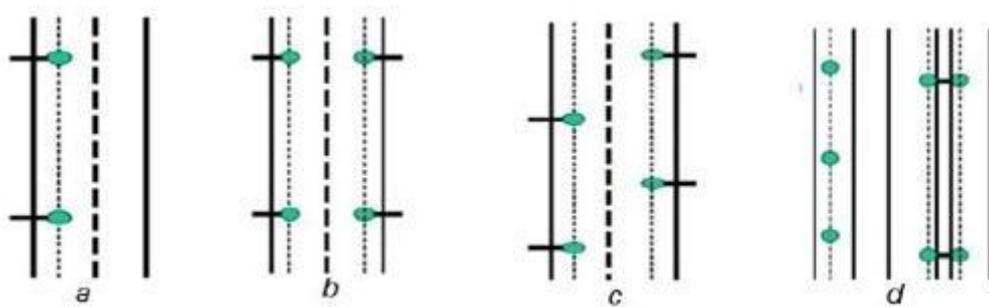


Fig 2.14 : Les différents types d'implantation

2.4.10.2 Espaces publics, places :

L'implantation prend deux configurations :

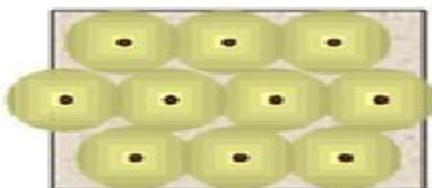


fig 2.15 : Agencement structuré

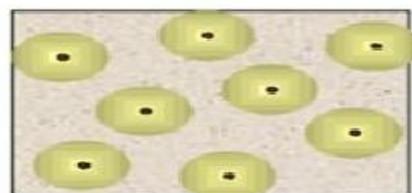


fig 2.16 : Agencement aléatoire

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2.4.11 Câblage :

Un câble électrique est un ensemble des fils destiné à transporter l'énergie électrique. Il est utilisé pour alimenter les différents types de matériel électrique en courant élevé ou courant faible. En effet, il est employé pour alimenter en énergie les appareils électriques [11].

Résistance d'un câble électrique : La résistance d'un câble électrique est la propriété des conducteurs électriques de s'opposer au passage des électrons. et la formule de la résistance s'écrit comme suit [12] :

$$R = (l/s)\rho$$

- R= Résistance Ω ohm
- l= Longueur de câble (m)
- S= Section de câble (m^2)
- ρ = La résistivité de matériau (Ω/m)

2.4.11.b Les sections et les pertes de câble électrique :

Les sections de câbles (fils) doivent être adaptées aux paramètres de l'installation, On peut calculer la section de câble en appliquant la formule suivante [12] :

$$s = (r_0 - L - I)/(V - \varepsilon)$$

- r_0 = Résistivité du cuivre (Ω^2/m)
- L= Longueur total du câble(m)
- I= Courant (A)
- V= Tension origine de câble (V)
- ε = Chute de tension (V).

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Il faut aussi déterminer la perte engendrée par cette résistance des câbles électriques. Une petite partie de l'électricité transportée par un câble électrique se transforme en chaleur (effet de joule) [12].

$$p = R - I^2$$

•P= Perte (W).

•R= Résistance (Ω).

•I= Intensité (A).

2.4.12 Les avantages et désavantages des types de réseau d'éclairage public :

Système 1 : Lampadaire solaire isolé (basse tension) :

Avantage :

1. Pas de facturation d'électricité.
2. Installation rapide.
3. Solution simple qui nécessite seulement une petite étude technique.
4. Pas de nécessité de raccordement au système public.
5. Pas de nécessité de compteurs, armoires, câblage coûteux, etc.).
6. Pas de câblage exposé et pas de risque d'électrocution [3].

Inconvénients :

1. Coût d'achat plus élevé que les lampadaires branchés sur un réseau public existant.
2. Nécessité de remplacer les batteries tous les 5 à 10 ans (en fonction de la qualité).
3. Maintenance intensive : Nettoyage régulier des panneaux solaires.
4. Risque de non-fonctionnement en cas de manque de soleil.
5. Déconseillé pour les sites ombragés (arbres, vallées, etc.).
6. Risque de vol des installations exposées (panneaux solaires, batteries, régulateurs) [3]

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Cas d'utilisation :

1. Lampadaires ponctuels.
2. Réseau aux sites éparpillés (par exemple : rond points et carrefours de routes rurales, petits espaces publics).
3. Sites sans réseau public d'électricité (STEG).
4. Site où l'extension du réseau public n'est pas faisable [3].

Système 2 : Réseau hybride avec système solaire et réseau public (basse ou moyenne tension) :

Avantage :

1. Pas de risque d'interruption en cas de manque de soleil
2. Facturation d'électricité raisonnable (en fonction de la confection du système)
3. Plus fiable que les systèmes solaires isolés
4. Réalisable même sur les sites ombragés (arbres, vallées, etc.) [3]

Inconvénients :

1. Nécessité de raccordement au réseau public d'électricité
2. Solution coûteuse avec des équipements spécialisés
3. Nécessité de consulter un spécialiste / Implication obligatoire de la STEG
4. Nécessité de remplacer les batteries tous les 10 à 15 ans (en fonction de la qualité)
5. Maintenance intensive : Nettoyage régulier des panneaux solaires
6. Risque de vol des installations exposées (panneaux solaires) [3].

Cas d'utilisation :

1. Réseau sur le site pourvu d'un réseau public (STEG) ou présence d'un groupe électrogène
2. Sites sensibles par rapport à la sécurité (par exemple routes principales, parc municipal de la commune, zones industrielles) [3]

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Système 3 : Réseau solaire isolé (basse ou moyenne tension) :

Avantage :

1. Pas de facturation d'électricité
2. Installation rapide
3. Pas de nécessité de raccordement au système public
4. Plus économique et fiable que les lampadaires solaires isolés pour les réseaux d'éclairage de moyenne taille
5. Réalisable même sur les sites ombragés (arbres, vallées, etc.)[3].

Inconvénients :

1. Coût du réseau plus élevé que les lampadaires branchés au réseau public existant
2. Nécessité de consulter un(e) spécialiste
3. Nécessité de remplacer les batteries tous les 10 à 15 ans (en fonction de la qualité)
4. Maintenance intensive : Nettoyage régulier des panneaux solaires
5. Risque d'interruption en cas de manque de soleil
6. Risque de vol des installations exposées (notamment les panneaux solaires)[3]

Cas d'utilisation :

1. Réseau de petite ou moyenne taille sur les sites sans réseau public STEG
2. Sites isolés avec peu de points d'éclairage par site (par exemple : petites agglomérations, Écoles isolées, parcs publics)
3. Site où l'extension du réseau public n'est pas faisable [3].

Système 4 : Réseau public (moyenne tension) :

Avantage :

1. Pas de risque d'interruption en cas de manque de soleil
-

2. Présentation des systèmes d'éclairage

2. Faible en maintenance
3. Pas de nécessité de remplacer périodiquement des équipements coûteux
- 4 Possibilité de réaliser des grands réseaux.[3]

Inconvénients :

1. Frais de fonctionnement très élevé / Paiement régulier des factures d'électricité
2. Implication obligatoire de la STEG
3. Risque d'électrocution ou d'incendie en cas de câblage exposé près des bâtiments (réseau moyenne tension) [3].

Cas d'utilisation :

1. Réseau de moyen et grande taille pourvu d'un réseau public d'électricité (par exemple : agglomérations principales, zones industrielles)
2. Sites sensibles par rapport à la sécurité [3]

2.5 Conclusion :

L'éclairage est l'ensemble des moyens qui permettent à l'homme de doter son environnement des conditions de luminosité qu'il estime nécessaires à son activité ou son agrément. L'éclairage associe une source lumineuse (naturelle ou artificielle, fixe ou mobile) et d'éventuels dispositifs de type batteries, luminaires ou miroir/puits de lumière.

Dans la plupart des pays africains, rendre l'électricité disponible dans le milieu rural a toujours été un enjeu socio-économique important. Ce problème d'accès à l'électricité est incompatible avec un développement équilibré de ces pays et constitue un des facteurs favorisant l'exode rural. C'est donc un défi de mettre à la disposition des populations rurales une source d'énergie capable de stimuler l'activité économique et de conduire à une amélioration de leurs conditions de vie.

La performance d'un système PV dépend fortement des conditions météorologiques, telles que le rayonnement solaire, la température et la vitesse du vent. Pour fournir de l'énergie continuellement durant toute l'année, un système PV doit donc être correctement dimensionné. Chose qui va être accomplie rigoureusement dans le chapitre qui suit.

2. Présentation des systèmes d'éclairage

Références:

- [1] S. Labed, PV SIZING, une Méthode Simple pour Dimensionner les Installations Photovoltaïques', Congrès sur les Énergies Renouvelables, la Maîtrise de l'Énergie et l'Environnement, CEME'97, Biskra, pp. 25 – 30, 1997.
- [2] H. Belmili, A. Ayad et E.M. Berkouk, 'Conception et Réalisation d'un Logiciel de dimensionnement des Installations Photovoltaïques', Conférence Internationale des Énergies Renouvelables et de Développement Durable, ICRES'D'07, Tlemcen Mai2007.
- [3] GUIDE TECHNIQUE : ECLAIRAGE PUBLIC.
- [4] Y. AIT BEN ADDI et H. AMHID, «éclairage photovoltaïque,» dans le cadre de projet professionnel, faculté poly disciplinaire OUARZAZATE, 2013.
- [5] «LED-expliquée simplement,» myclimate, suisse, 2015.
- [6] A. LABOURET et M. VILLOZ, énergie solaire photovoltaïque, paris : LEMONITEUR, 2006.
- [7] Lexies, «guide pratique de l'éclairage public,» l'association des petites villes de frances, 2014.
- [8] «manual technique de l'éclairage,» Agence national pour le développement des énergies renouvelable de l'efficacité énergétique.
- [9]«Guide des Prescriptions Environnementales,» Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes, 2016.
- [10]CETE, «formation éclairage public,» DIR centre Est, france, 2007.
- [11]S. BRICOLEUR, «Guide de Comment choisir ses fils et câbles électriques,» Mano, Puy-de-Dôme, 2017.
- [12] M. Hankins, installations solaire PV autonomes (conception et installation d'unités non raccordées au réseau), 11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff, france : LEMONITEUR, 2012.
-

Chapitre 3

Dimensionnement

3.1 Introduction :

Dans cette partie du travail, nous nous sommes focalisés sur une simulation du système d'éclairage solaire destinée pour une surface de 5000 m² dans les environs d'Adrar, tout en nous basant sur un modèle mathématique établi, décrivant les trois parties : production, consommation et stockage (Générateur photovoltaïque, Type de lampe, Batterie), tout en tenant compte des données climatiques du site (Température, humidité, vitesse du vent). Nous avons entamé la partie programmation de ce dimensionnement en utilisant le langage Matlab. Notre but était de pouvoir déterminer en premier lieu la taille des modules photovoltaïques et le nombre total des modules solaires à installer. Deuxièmement, la capacité de batteries dans les différentes saisons. Et enfin pouvoir déterminer le type de lampe le mieux approprié à toute installation souhaitée.

3.2 Principes généraux :

L'énergie produite par jour

Par le générateur photovoltaïque devra toujours être supérieur ou égale aux besoins en énergie (par jour)

L'énergie réellement consommée (par jour)

Par l'utilisateur devra toujours rester inférieure ou égale à l'énergie réellement produite (par jour) par le générateur PV après avoir acquis un système solaire, il est nécessaire que l'utilisateur respecte la consommation d'énergie évaluée lors de la définition des besoins – puisque c'est en fonction de ceux – là que le générateur a été dimensionné [1].

Les sources de tailles variables dans la consommation peuvent être nombreuses :

- Ajouts de nouveaux appareils, non prévus au départ ;
- Augmentation de nombre d'heures d'éclairage ;
- Augmentation de nombre de litres d'eau consommée ;

Ouverture trop fréquente d'un réfrigérateur et, ou augmentation du régime de son moteur ;

- Utilisateur du système pour la recharge de batterie extérieure au système (lorsque cela n'était pas prévu).[2]

3. Dimensionnement

3.3 Dimensionnement d'un système photovoltaïque :

Nous précisons ci-dessous les règles de calcul nécessaires au dimensionnement du générateur photovoltaïque lui-même, modules solaires, batteries, régulateur onduleur, câbles électriques [1].

3.3.1 Puissance crête adéquate du panneau photovoltaïque :

Le calcul de l'énergie fournie par un module solaire déterminé par l'irradiation (paramètre local dépendant de l'ensoleillement, et la puissance crête du module) donnée fournie par le constructeur. L'irradiation, exprimée en $\text{kW h/m}^2\cdot\text{jr}$ correspond à l'énergie totale qui est reçue sur plan perpendiculaire aux rayons du soleil et par jour. C'est une moyenne du rayonnement solaire reçue au cours d'une journée.

Le rayonnement solaire maximal instantané de l'ordre de 1000W/m^2 .

Les valeurs moyennes de l'irradiation peuvent être fournies par des services météorologiques, parfois les services de l'aviation, ainsi que des organismes qui travaillent dans ce domaine ou les industriels concernées. On peut retenir les ordres de grandeurs suivants :

Afrique côtière : $4\text{KW h/m}^2\cdot\text{j}$;

Maghreb: $5\text{KW h/m}^2\cdot\text{j}$;

La puissance crête, exprimée en watt crête (Wc) ou watt peak (Wp) d'un module est par définition la puissance qu'il délivre sous un rayonnement solaire de 1000 W/m^2 .

Les modules standards actuels (cristallins) ont une puissance crête variant (selon le constructeur) de 45 à 55 Wc pour une surface de l'ordre de 0.5 m^2 , soit 90 à 110 Wc par m^2 .

Ce paramètre permet, lorsque l'on connaît l'irradiation sur les lieux, de déterminer l'énergie produite par un module en une journée. [1]

3. Dimensionnement

3.3.2 Les étapes Pour dimensionner les modules solaires

Pour dimensionner le GPV, on passe par 3 étapes :

- Étape 1. On calcul l'énergie qui sera consommée par jour (E_c).
- Étape 2. On calcul l'énergie à produite.

L'énergie produite doit être égale à un coefficient correcteur près, à l'énergie consommée :

$$E_p = E_c / k \quad [1]$$

E_p : Énergie produite (Wh).

E_c : Énergie consommée (Wh).

K : Coefficient correcteur.

Pour les systèmes avec batterie, le coefficient k est en général compris entre 0,55 et 0,75.

La valeur souvent utilisée dans les calculs de système avec batterie est $k=0,65$

- Étape 3. On calcul la taille du générateur à installé.

La puissance crête du générateur à installé dépend de l'irradiation du lieu. On la calcul en appliquant la formule suivante :

$$P_c = E_p / I_r \quad [1]$$

P_c : puissance crête (Wc) .

E_p : énergie produite par jour (Wh/j).

I_r : irradiation quotidienne ($kWh/m^2.jr$).

Ce qui revient à :

$$P_c = E_c / (k \cdot I_r) \quad [1]$$

3.3.3 La tension d'un générateur photovoltaïque :

La tension du générateur photovoltaïque est déterminée en fonction de la puissance crête effective calculée. Les tensions standards sont de 12,24 et 48v

3.3.4 Nombre de modules à mettre en série et en parallèle :

3.3.4.1 Nombre de modules à mettre en série :

Nombre de modules à mettre en série dépend de la tension du générateur photovoltaïque et de la tension unitaire des modules disponibles.

3.3.4.2 Nombre de branche en parallèle :

Nombre de branche en parallèle du champ de module est calculé par la formule suivante :

$$N_{bp} = \frac{P_c}{I \cdot N_{ms} \cdot P_u} \quad [3]$$

Avec :

N_{bp} : Nombre de branche en parallèle.

P_c : Puissance crête calculée du générateur PV .

N_{ms} : Nombre de modules en série.

P_u : Puissance unitaire de modules disponibles.

N_{bp} : est arrondi à l'entier le plus proche par valeur supérieure .

3.3.4.3 Puissance effective du générateur photovoltaïque :

$$P_{ceff} = N_{ms} \cdot N_{bp} \cdot P_u \quad [3]$$

Avec : P_{ceff} : Puissance crête effective du générateur photovoltaïque.

3.3.5 Emplacement, Orientation et Inclinaison des Modules :

Avant toute réalisation pratique il est nécessaire de se préoccuper du positionnement des modules qui conditionne le choix des supports ainsi que le génie civil (réalisation de plots de fixation en béton). Les modules ne délivreront leur puissance maximale que s'ils reçoivent le maximum de rayonnement (d'où le choix d'une orientation et d'une inclinaison à respecter). Ils doivent également ne jamais avoir d'ombre portée, à aucun moment de la journée. [3]

3. Dimensionnement

3.5.1 Emplacement:

Choix de l'emplacement des modules (et par conséquent du type de support) répond aux exigences suivantes :

- être exposés aux rayonnements solaires toute la journée en toute saison ;
- être faciles d'accès pour le nettoyage ;
- être proches des récepteurs pour limiter les pertes dans les câbles ;
- être à l'abri des jets de projectiles, des animaux, etc.. ;
- être solidement fixés résister aux vents. [3]

3.5.2 Gestion des masques :

Il s'agit d'identifier les obstacles susceptibles de porter une ombre sur les modules entre 8h00 et 16h00. Pour cela, on identifie chaque obstacle et on vérifie si cet obstacle risque de gêner les modules à une saison quelconque de l'année, ou de le gêner plus tard (ne pas oublier qu'un arbre pousse). Tous les accidents doivent être envisageables comme l'installation à proximité des modules d'un fil d'étendage pour le linge, ou bien l'ombre portée sur un panneau par un autre panneau. [2]

3.5.3 Choix de l'orientation des modules :

L'orientation des modules est la direction vers laquelle ils "montrent" leurs cellules. L'orientation doit être plein sud pour les sites de l'hémisphère nord et plein nord pour les sites de l'hémisphère sud. L'utilisation d'une boussole est fortement recommandée pour éviter toute approximation qui risquerait d'induire une perte de puissance consécutive à une mauvaise orientation. Il est possible d'entendre parler des systèmes de poursuite du soleil : il est possible d'entendre parler de système de "poursuite du soleil". Dans ces dispositifs, les supports sont orientés différemment du matin au soir pour "suivre" le soleil tout au long de la journée. Ces systèmes causent pour l'instant plus de problèmes qu'ils n'apportent d'avantages et ne sont pas à retenir.[2]

3. Dimensionnement

3.5.4 Choix de l'inclinaison des modules :

Pour que les modules produisent un maximum d'énergie, il faut que leur surface soit perpendiculaire aux rayons solaires. Or le soleil d'une saison à l'autre n'a pas la même inclinaison : selon les saisons, à midi, il est plus ou moins haut dans le ciel. On doit incliner les modules pour qu'ils soient face au soleil le long de la journée. La valeur d'inclinaison correspond à l'angle que font les modules avec le plan horizontal. [4]

3.3.6 Dimensionnement des batteries :

3.6.1 Calcul de la capacité du système de stockage :

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

- Étape 1. On calcule l'énergie consommée (E_c) par les diverses utilisations.
- Étape 2. On détermine le nombre de jours d'autonomie (N) dont on souhaite bénéficier.
- Étape 3. On détermine la profondeur de décharge maximale acceptable par la batterie (D) d'après le type de batterie utilisé.
- Étape 4. On calcule la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule suivante :

$$C_b = (E_c \cdot N) / (D \cdot U). [1]$$

C_b : capacité de la batterie (Ah)

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

N : nombre de jours d'autonomie

D : décharge maximale admissible (de 0,5 à 0,8) pour batteries au plomb.

U_b : tension de la batterie (V).

3.6.2 Nombre de jours d'autonomie :

Ce chiffre correspond aux périodes où il n'y a pas de production d'énergie de la part des modules (jour sans soleil, panne éventuelle . . .) et où la batterie seule doit prendre le relèvement.

Il permet de calculer la réserve tampon pour assurer le bon fonctionnement du récepteur.

3. Dimensionnement

En choisit généralement :

- De 3 à 5 jours pour les installations rurales en climat tropical ;
- De 5 à 8 jours pour les installations rurales en climat équatorial ;
- 5 jours pour les réfrigérateurs à vaccins en climat tropical ;
- 8 jours pour les réfrigérateurs à vaccins en climat équatorial ;
- Plus de 8 jours pour le système professionnels (télécommunications). [1]

3.6.3 Taux de décharge maximale acceptable :

Ils s'agit du pourcentage de décharge exceptionnellement acceptable par la batterie sans qu'il y ait risque de détérioration les constricteurs préconisent :

- 80% pour les batteries au plomb stationnaire (spécial solaire), soit $D=0.80$;
- 50% pour les batteries au plomb de démarrage (de voiture), soit $D=0.50$;
- 100% pour les batteries cadmium/nickel soit $D=1$;

80% de décharge veut dire qu'au maximum de décharge la batterie conserve toujours 20% de décharge. [1]

3.6.4 Nombre de branche en série et en parallèle :

A fin d'obtenir la tension et la capacité requise pour le système de stockage il est très souvent nécessaire de regrouper des batteries en série et ou en parallèle. le nombre d'élément à mettre en série est fonction de la tension par élément de batterie disponible, et de la tension du générateur photovoltaïque, il se calcule par la formule suivante :

$$N_s = U_n / U_u \quad [3]$$

N_s : nombre d'élément en série

U_n : tension aux bornes du générateur photovoltaïque

U_u : tension par élément de batteries

Le nombre de branches en parallèle est fonction de la capacité par élément de batterie disponibles, et de la capacité calculée du système de stockage. Il se calcule par la formule suivante [3] :

3. Dimensionnement

$$N_p = C/C_b$$

Avec :

N_p : Nombre de branche en parallèle

C : Capacité calculée du système de stockage

C_b : La capacité par élément de batteries

Capacité effective de la batterie est alors donnée par [3]:

$$C_{eff} = N_p \cdot C_b$$

Avec C_{eff} : capacité effective.

3.3.7 Dimensionnement du régulateur:

On sépare souvent pour ce calcul les 2 fonctions du régulateur : charge et décharge. Le dimensionnement de la régulation de charge (à l'entrée) est une fonction de la puissance du générateur donc du courant produit par les modules (courant de charge).

Le dimensionnement de la régulation de décharge (à la sortie) est une fonction de la puissance totale des récepteurs, donc du courant consommé par ces récepteurs (courant de décharge ou courant d'utilisation). [2]

3.7.1 Caractéristique d'entrée :

L'intensité admissible du courant d'entrée du régulateur doit être supérieure à la valeur maximale produite par le générateur. Cette intensité correspond à l'intensité maximale de chaque module, multipliée le nombre de circuits de modules montés en parallèle. L'intensité maximale d'un module est fournie par le constructeur. [4]

3.7.2 Caractéristique de la sortie :

L'intensité de sortie du régulateur doit être supérieure à la valeur maximale appelée par les récepteurs. Elle peut être déterminée par la formule $I=P/U$, [3]

I : L'intensité de sortie du courant du générateur.

P : est la puissance totale en watt des récepteurs lorsqu'ils fonctionnent tous au maximum de leur puissance de fonctionnement, et ou U est la tension aux bornes du générateur (en volt).

3. Dimensionnement

3.7.3 Tension aux bornes du régulateur :

Le régulateur adéquat pour un générateur photovoltaïque doit avoir une tension nominale identique à celle fournie par le panneau PV (12.24 ou 48v).

3.3.8 Dimensionnement de l'onduleur :

Lorsque l'application se compose d'appareils fonctionnant en électricité alternative (AC) il faut convertir l'électricité continue que produisent le panneau PV en électricité alternative compatible et utilisable par ces appareils.

La tension d'entrée de l'onduleur doit être identique à celle du générateur PV (12.24 ou 48v) Nous nous intéressons particulièrement ici aux systèmes PV autonomes liés à l'habitat, c'est à dire à une utilisation en BT (basse tension) AC, soit 230v;50hz à la sortie de l'onduleur [3].

3.3.9 Dimensionnement des câbles électrique :

Il est nécessaire de limiter la longueur des liaisons le générateur PV et le récepteur.

Cette distance n'excède jamais quelques mètres.

En effet les systèmes solaires fonctionnent généralement sous faible tension (12V, 24V, 48V) donc avec un courant assez élevé ($P=U.I$, si U est faible I est élevé). Le transport à distance de ce courant de plusieurs ampères implique inévitablement.

La chute de tension occasionnée par les pertes en ligne s'établit, pour chaque circuit de récepteurs, au moyen des formules :

$$U=R.I [3]$$

$$R= r.l/s [3]$$

U : chute de tension (volte)

I : intensité traversant le circuit étudié (ampère)

R : résistance du câble (ohm) r : résistivité linéaire du conducteur constitutif du câble

$r = 1,16 \times 10^{-8}$ ohm. mètres pour le cuivre

$r = 2,5 \times 10^{-8}$ ohm. mètres pour l'aluminium

l : longueur du câble (mètre)

s : section de câble m^2

3.4 CONCLUSION:

Dans ce chapitre nous sommes intéressés au dimensionnement d'un système d'éclairage solaire photovoltaïque sur le site d'Adrar. Tout en prenant en considération l'équipement solaire intervenant dans ce type d'installation tel que le générateur photovoltaïque (GPV), les accumulateurs (Batterie), et le type de lampe utilisée d'une part, et les conditions météorologiques du site d'autre part/ Nous sommes désormais informés en ce qui concerne les règles, les méthodes adoptées pour le dimensionnement des générateurs photovoltaïques. À présent, nous pourrions pleinement nous lancer dans la partie simulation objet du quatrième chapitre.

3. Dimensionnement

Référence:

- [1] Souade Zaatma, Réalisation d'un régulateur solaire à base de: micro-contrôleur pour le contrôle de l'état de charge et la protection des accumulateurs, Mémoire de Magister en Électrotechnique, Centre Universitaire Larbi Ben M'hidi Oum-El- Bouaghi, 2008.
- [2] mémoire étude et dimensionnement d'un système d'éclairage solaire public à Adrar. Présenté par : F. Moussaoui, Univ Adrar,2011.
- [3] V.Boitier, C: Alonso LAAS, CNRS, 7Avenue de colonel Roche 7.031Toulouse cedex 04.
- [4] Mémoire : Étude et Dimensionnement des Systèmes de Pompage Solaire présenté par : Aïtatmane mohamed et el hadj farhi kheireddine, Université d'Oum elbouaghi,2011.

Chapitre4 simulation

4.1 Introduction :

Dans cette partie nous présentons une simulation du système d'éclairage solaire en se basons sur la partie théorique qui a été détaillée dans le chapitre précédant, nous avons simulé ce dimensionnement en utilisant le logiciel MATLAB. Qui présent des outils de référence pour la simulation numérique, notamment au le génie électrique. Il offre des possibilités avancées que ce soit en matière d'identification ou de commande. Il permet, d'une manière plus générale, de résoudre une grande diversité de problèmes, dans des domaines aussi variés que le traitement du signal, les statistiques. En MATLAB les calculs sont numériques et sont basés sur la manipulation de scalaires, de vecteurs et de matrices. À noter que les ampoules utilisées dans cette simulation sont halogènes, SBP, SHP et LED et on devrait déterminer la taille d'un module PV, le nombre total des modules solaires et la capacité des batteries dans les quatre saisons, avec un changement dansle types de lampes et leurs puissances.

4.2 Données de simulation des différentes parties du système d'éclairage

4.2.1 Description du site d'Adrar :

La wilaya d'Adrar est localisée dans le sud-ouest du pays, majoritairement occupée par le Sahara, elle est peu peuplée, au regard de sa superficie (427 368 km²), avec une latitude de 27.82° N, une longitude de 0.18° W et une altitude de 263.8 m. La région d'Adrar est caractérisée par plusieurs facteurs qui favorisent l'utilisation des systèmes solaires dans diverses applications : Central de Mellouka 198430 kW, Pompage de l'eau, Balisage des routes sahariennes, Central d'Ain-Belbel. La connaissance du gisement solaire du site est d'une importance primordiale pour la conception et le dimensionnement du système énergétique solaire. Le tableau ci-dessous présente les différentes irradiations solaires globales du site d'Adrar concernant les mois de Décembre, Mars, Juin et Septembre.

Mois	Longitude	γ_{opt}	β_{opt}	H_{opt}
Décembre	27.88	35	36	7343.1
Mars	27.88	54	48	9004.9
Juin	27.88	99	37	9411.2
Septembre	27.88	62	46	8635.1

Tableau 4.1 : Différentes irradiations solaires globales du site d'Adrar.

4.2.2 Éléments utilisés :

1 Module solaire :

On a choisi des modules standards actuels (Monocristallins), avec une puissance crête variant selon le constructeur de 45 à 55 W, et une surface de l'ordre de 0,5 m², d'une tension crête de fonctionnement de 24 volts, leurs rendement est de 10% , s'orientant au sud avec une inclinaison de 28°.

2 Régulateur :

On a choisi un régulateur de type série à coupure partiel de faible consommation avec une puissance de 5kw.

3 Batterie :

Se sont des batteries solaires en plomb de 12 volts, leur capacité est de 140 Ah avec une auto décharge de 80%, et un rendement standard de 85%.

4 Lampes :

Notre choix s'est posé sur quatre types de lampes différentes :

1- Lampe LED.

2-Lampe au sodium haute pression 3- Lampe sodium basse pression SBP,

4- Lampe à halogène,

Tout en se basant sur les propriétés suivantes : la puissance, le flux lumineux, le rendement lumineux en (lm /w) et la tension d'alimentation.

5 Mat-support :

Le mat-support est un support qui fixe les éléments du système solaire avec une longueur allant de 4 à 5m. Il contient toute intégration électronique, plus le câblage électrique. Notre étude était destinée pour éclairer une surface de 5000m² dans les environs d'Adrar, tout en implantant une lampe pour chaque 200 m² vu 25 lampes au total.

4.3 Description schématique de la simulation :

Le calcul de base des installations d'éclairage, le dimensionnement proprement dit, est la partie la plus essentielle. Ce calcul fait appel à des méthodes plus ou moins complexes, qui ont un peu évolué au cours du temps. La procédure ici choisie repose sur le passage par les étapes suivantes:

- Introduire : les données de charge, les données du générateur photovoltaïque (GPV), les données de la batterie, les données du site choisis (flux, température).
- Calcul de : l'énergie consommée E_c , l'énergie produite E_p , la puissance consommée P_c , le nombre total de modules implantés N_t , la capacité des batteries C_b .

4. Simulation

4.3.1 Lampe LED :



Imperméable solaire 12V 170lm/W Aluminium intégré Rue lumière LED 100W

fig4.1 Lampe LED :

Saison	$N_h(h)$	$P_l(w)$	$S (m^2)$	(N)	$G (Wh/m^2 \text{ jour})$
Hiver	13	100	5000	2	4500
Printemps	11	100	5000	1	6500
Eté	8	100	5000	1	7500
Automne	12	100	5000	2	5500

Tableau 4-2 : Données pour la lampe LED

4.3.2 Lampe au-sodium-haute-pression(SHP) :

Dans ce cas, on a pris des lampes de type SHP, on estime leurs durées de vie à 1000 (h).

Le rendement lumineux est médiocre soit de 10 à 15 (lm/w).

4. Simulation

Saison	N_h (h)	P_l (w)	S (m ²)	(N)	G (Wh/m ² jour)
Hiver	13	75	5000	2	4500
Printemps	11	75	5000	1	6500
Eté	8	75	5000	1	7500
Automne	12	75	5000	2	5500

Tableau 4-3 : Données pour la lampe SHP

4.3.3 Lampe de sodium basse pression (SBP) :

Dans ce cas on a pris le choix d'une lampe de sodium basse pression avec une puissance de 35 w et un rendement de 130 (lm /w), possédant un flux de 4500 lm et une durée vie de 5000 h.

Saison	N_h (h)	P_l (w)	S (m ²)	(N)	G (Wh/m ² jour)
Hiver	13	35	5000	2	4500
Printemps	11	35	5000	1	6500
Eté	8	35	5000	1	7500
Automne	12	35	5000	2	5500

Tableau 4-4 : Données pour la lampe SBP

4. Simulation

4.3.4 Lampes à halogène :

Finalement on a pris des lampes de type à halogène avec une puissance de 10 (w), un rendement de 20 (lm/w) et une durée vie de 2000 h, leur flux lumineux est 200 (lm).

Saison	$N_h(h)$	$P_l(w)$	$S (m^2)$	(N)	G (Wh/m ² jour)
Hiver	13	10	5000	2	4500
Printemps	11	10	5000	1	6500
Eté	8	10	5000	1	7500
Autons	12	10	5000	2	5500

Tableau 4-5 : Données pour la lampe à halogène

4.4 Organigramme de simulation :

Pour réaliser la simulation sous logiciel MATLAB de dimensionnement le système solaire il faut passe par les étapes suivant :

- a- Introduire les données de charge.
- b- Introduire les données d'un générateur PV.
- c- Introduire les données d'une batterie.
- d- Entre le donnée de site choisis (flux, température).
- e- Le calcul de E_c , E_p et P_c .
- f- Calcul de N_t .
- g- Calcul de C_b .

Notre simulation était basée sur un schéma indiquant l'ordre d'exécution des opérations traitées par un algorithme illustré dans l'organigramme suivant figure 4.1 :

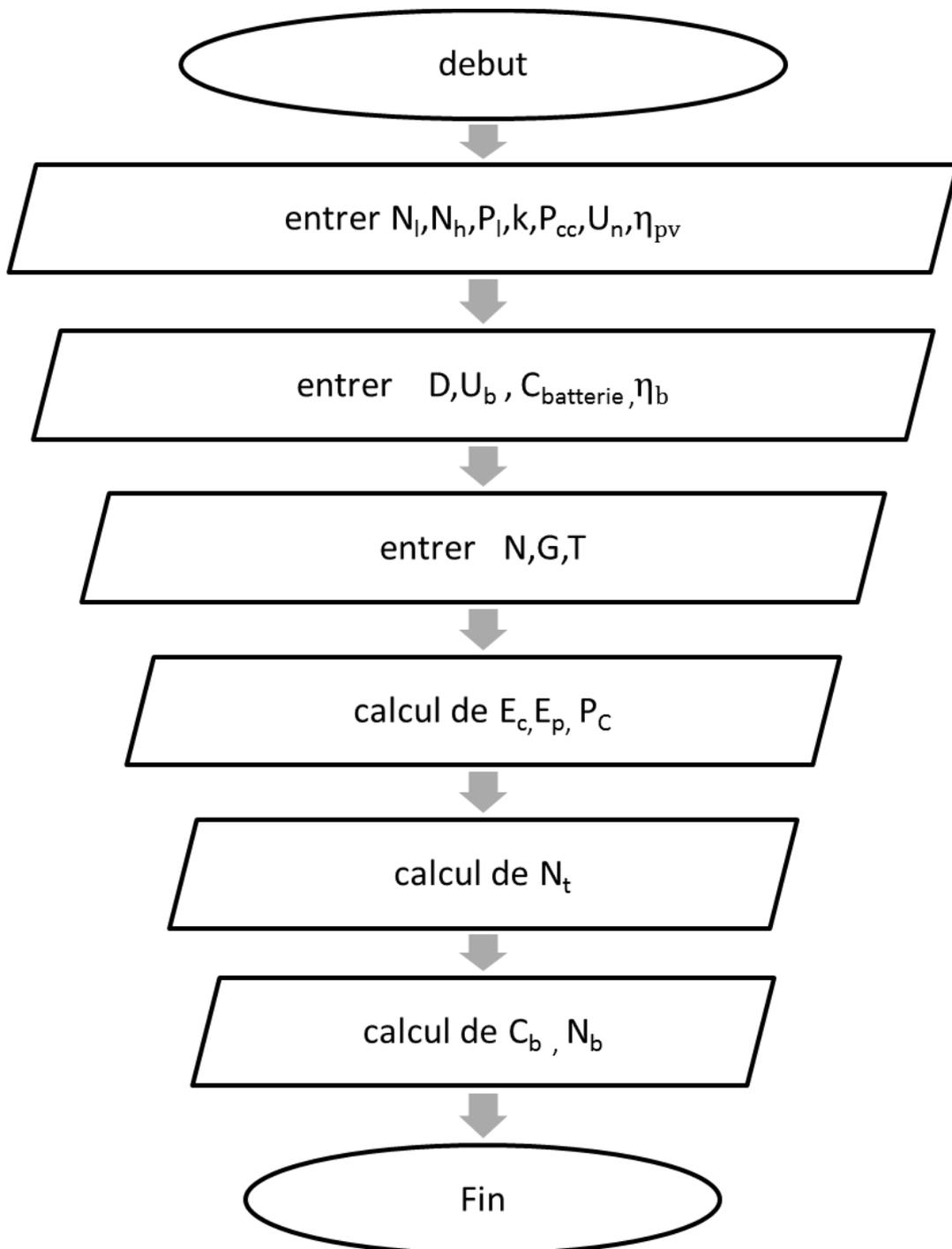


Fig4.2 : organigramme de simulation

4. Simulation

4.4.1 Programme de simulation :

Nombre des lampes :

Lampe $\rightarrow 200m^2$

$N_l \rightarrow 5000m^2$ $N_l=25$ lampes.

% Partie déclaration :

function [$E_c, E_p, P_c, N_t, C_b, N_{batterie}$] = mouffekrahmoni(P_l, N_b, G, N) $P_l = \text{input('donner la puissance de lampe choisi :')}$;

$N_b = \text{input('donner le nombre d'heures d'éclairage :')}$;

$G = \text{input('flux solaire d'une journée (kWh/m}^2/\text{jour) :')}$;

$N = \text{input('nombre de jour d'autonomie :')}$;

% déclaration de constants

$K=0.65$; $D=0.85$; $N_l = 25$; $p_{cc}=50$;

% module solaire ;

% Puissance (P_{cc}) : $50W$; $U_n=24(V)$; $\eta_{pv}=0.1$;

% déclaration des variables :

% charge utilisée ;

% P_l = la puissance de lampe choisi

% N_b : le nombre d'heures d'éclairé

% batterie de stockage

$\eta_b=0.8$; $U_b=12(v)$; $C_{batterie}=140Ah$;

% Données de site ;

% N = nombre de jour d'autonomie

% G = flux solaire d'une journée ($kwh/m^2/\text{jour}$)

% Partie calcule générateur PV :

$$E_c = (N_l * P_l * N_b)$$

$$E_p = E_c / K; P_c = E_p / G;$$

% Nombre total de module

$$N_t = P_c / P_{cc}$$

% Partie calcul de stockage :

$$C_b = (E_c * N) / (D * U_b); N_{batterie} = C_b / C_{batterie};$$

% La surface a éclairage est de valeur $= 5000m^2$

4. Simulation

4.4.2 Étapes de simulation :

Notre étude de simulation a été basée sur quatre saisons différentes, différents types des lampes choisies (puissance, rendement, . . .) les données solaire de la région pour les quatre saisons de l'année et la surface éclairée.

4.4.3 Résultats relatifs au dimensionnement du système d'éclairage solaire :

Après avoir simulé notre système adapté, nous avons abouti aux résultats présentés ci-dessous (taille de générateur GPV, nombre de modules nécessaires pour notre charge N_t , ainsi que le nombre de branches). Tout en tenant compte que la tension nominale choisie 24V.

Saison	$E_c(\text{wh})$	$E_p(\text{wh})$	$P_c(\text{wc})$	$N_{t(\text{calculé})}$	N_t	$C_b(\text{Ah})$	N_{batterie}
Hiver	32500	50000	11111.1	222.2	223	6372.5	46
Printemps	27500	42308	6508.9	130.2	131	2696.1	19
Eté	20000	30769	4102.6	82.1	83	1960.8	14
Automne	30000	4615.4	8391.6	167.8	168	5882.4	42

Tableau 4.6 : Type LED

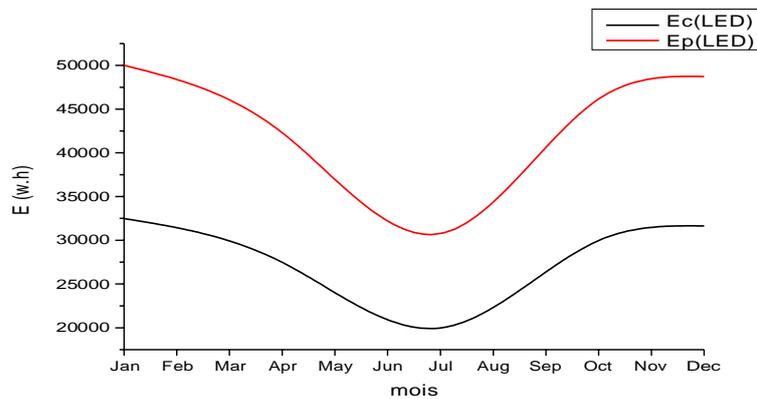


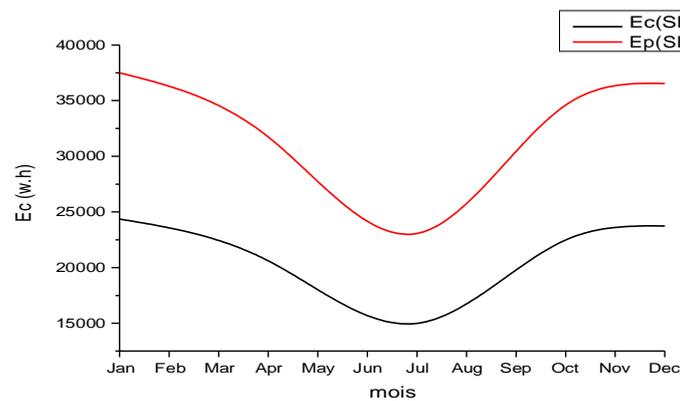
fig 4.3 : Courbe de E_c et E_p (lampe LED)

Ils présentent les ampoules les plus éco-énergétiques. Ce sont des lampes qui n'émettent pas de chaleur, qui sont moins polluantes et qui ont la plus longue durée de vie (jusqu'à 10 ans).

4. Simulation

Saison	$E_c(\text{wh})$	$E_p(\text{wh})$	$P_c(\text{wc})$	$N_{t(\text{calculé})}$	N_t	$C_b(\text{Ah})$	N_{batterie}
Hiver	24375	37500	8333.3	166	167	4779.4	35
Printemps	20625	31730	4881.6	97.6	98	2022.0	15
Eté	15000	23076	3076.9	61.5	62	15000	11
Automne	22500	34615	6293.7	125.9	126	22500	31

Tableau 4.7 : Type SHP



Fg 4.4 : Courbe de E_c et E_p (lampe SHP)

L'efficacité et la durée de vie des lampes SHP sont supérieures à celles des lampes aux halogénures, mais leur couleur est moins froide et moins blanche et leur qualité de rendu des couleurs est moins bonne. Leur efficacité lumineuse est supérieure à celle des lampes à vapeur de mercure à haute pression. Si on les compare aux lampes à vapeur de sodium à basse pression, elles ont une meilleure qualité de rendu des couleurs, mais une efficacité lumineuse inférieure.

4. Simulation

Saison	$E_c(\text{wh})$	$E_p(\text{wh})$	$P_c(\text{wc})$	$N_{t(\text{calculé})}$	N_t	$C_b(\text{Ah})$	N_{batterie}
Hiver	11375	17500	3890	77.8	78	2230	16
Printemps	9625	14808	2278	45.56	46	944	7
Eté	7000	10769	1436	28.7	29	686	5
Automne	10500	16154	2937	58.70	59	2059	15

Tableau 4.8 : Type SBP

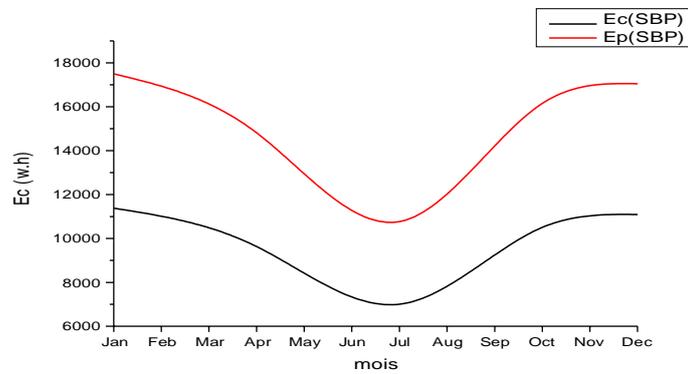


fig 4.5 : Courbe de E_c et E_p (lampe SBP)

D'après ces résultats on peut constater que lorsqu'on utilise des lampes au sodium à basse pression (SBP), on trouve une certaine proportionnalité entre les grandeurs suivantes : Consommation journalière E_c , Énergie produite E_p et la capacité de batterie.

Saison	$E_c(\text{wh})$	$E_p(\text{wh})$	$P_c(\text{wc})$	$N_{t(\text{calculé})}$	N_t	$C_b(\text{Ah})$	N_{batterie}
Hiver	3250	5000	1111.1	22.2	23	637.3	5
Printemps	2750	4230	650.8	13	14	269.6	2
Eté	2000	3067.9	410.3	8.2	9	196.1	2
Automne	3000	4615.4	615.4	12.3	13	588.3	4

Tableau 4.9 : Type à halogénure

4. Simulation

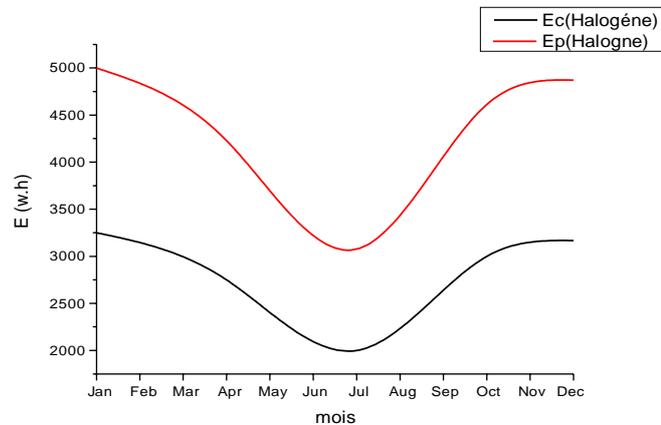


fig 4.6 : Courbe de E_p et E_c (lampe Halogène)

Les ampoules à halogène ont une lumière confortable, par contre elles possèdent un rendement plus faible. On remarque au si que l'énergie consommée est proportionnellement relationnelle avec le type de lampe, la puissance et le nombre d'ampoule utilisée, ainsi que l'énergie produite. La puissance crête du générateur GPV dépend d'une façon remarquable de l'irradiation du lieu et du nombre de modules nécessaire pour la charge voulue.

4.5 Comparaison entre les 4 types de lampes utilisées :

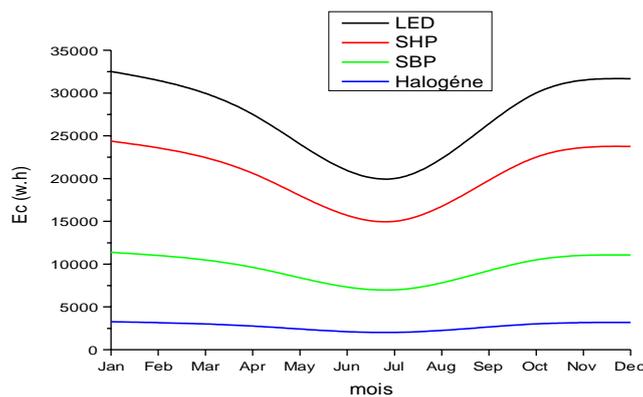


fig 4.7 : Comparaison de E_c des 4 types de lampes utilisées.

4. Simulation

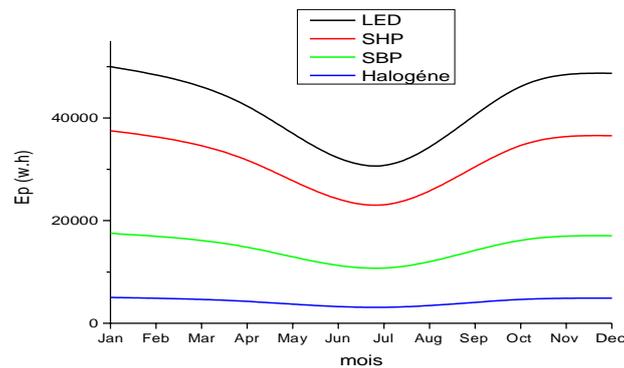


fig 4.8 : La comparaison de Ep des 4 lampes utilisées.

4.6 Conclusion:

Grâce à la simulation établie nous avons pu déterminer pour chaque cas, le dimensionnement du système solaire PV adaptée en fonction des données de la surface éclairée et du flux solaire du site en fonction de saisons. En prenant en considération les caractéristiques des éléments utilisées pour chaque installation, les résultats obtenus nous guident à faire le bon choix du type de lampe en fonction de la saison les résultats obtenus nous guident à faire le bon choix du type de la lampe en fonction de la saison. Les lampes de type à halogène présentent le plus petit pic pour E_c , E_p , et C_b . Choix intéressant mais à cause de leur très faible rendement environ 20%, leur utilisation est déconseillée.

Concernant les SBP, on remarque qu'il y a une proportionnalité entre l'énergie consommée, l'énergie produite et même la capacité de batterie, elle profite aussi d'une durée de vie intéressante environ 5000h. On constate que les lampes de type SHP possèdent toujours le plus haut pic que se soit pour l'énergie consommée, l'énergie produite où la capacité de batterie, une raison pour laquelle on ne recommande pas l'utilisation de ce type de lampe.

Les lampes LED présente un très grand E_c , E_p et C_b . Ils ont un rendement élevé et une excellente cohérence entre l'énergie consommée et l'énergie produite. Selon les mérites, les lumières LED sont les meilleures et les plus pratiques à utilisées.

Les principales éthiques qui font des LED une préférée aux autres lampes c'est qu'elles sont plus polyvalentes, plus efficaces avec une durée de vie plus longue. Elles présentent de nombreux avantages par rapport aux moyens d'éclairage habituels. leurs consommation électrique est faible, et elles peuvent fonctionner avec de petites piles, selon une longue durée de vie et résiste aux chocs.

Conclusion et perspectives

Ce travail traite 4 grandes parties :

- Le gisement solaire
- La présentation des systèmes d'éclairage.
- La Dimensionnement dans système PV.
- La simulation d'un système d'éclairage solaire.

Comme premier pas nous avons procédé à la présentation du principe de dimensionnement d'un système photovoltaïque destiné à l'éclairage public dans un lieu rural, dans notre cas c'est la région de Touat, tout en élaborant un modèle basé sur des données saisonnières moyennes et dépendant de certains facteurs comme le flux solaire incident, le nombre de jour d'autonomie, les caractéristiques du générateur et de la batterie ainsi que l'irradiation journalière moyenne, puis le simulé sous un programme MATLAB. Les résultats obtenus nous ont permis de déterminer la taille du générateur photovoltaïque, le nombre total des modules utilisés, la capacité de la batterie, faire le choix du régulateur adapté et enfin de déterminer la dimension du câblage.

Parmi les lampes souvent utilisés pour l'éclairage public, ceux travaillant à haute pression présentent, des avantages indéniables tels qu'une meilleure efficacité lumineuse et une bonne durée de vie. Leur fonctionnement en haute fréquence réduit la dimension du circuit, augmente le rendement électrique et la performance de la régulation, par rapport au ballast électromagnétique. La présence des résonances acoustiques dans ce type de lampe fonctionnant en haute fréquence entraîne pourtant la déformation de l'arc, la fluctuation de la lumière, l'extinction de l'arc de décharge, le vieillissement de la lampe et même sa destruction dans les cas les plus sévères.

Nous avons synthétisé dans la partie précédente, les travaux de notre mémoire qui nous ont permis d'obtenir des connaissances théoriques et expérimentales sur l'optimisation du fonctionnement des lampes d'éclairage. Les résultats que nous avons obtenus sont, d'une manière globale, plutôt satisfaisants mais un certain nombre de travaux méritent d'être poursuivis.

Comme perspective, nous avons observé des effets de modulation d'amplitude liés à la résonance acoustique. Les études de sa détection pourront encore être approfondies en utilisant différentes méthodes pour analyser les signatures du courant de la lampe. Il est possible de citer la mesure de son enveloppe par des circuits externes, par des calculs numériques, ou la méthode de temps fréquence, qu'il s'agisse du mode d'alimentation en créneau ou en régime permanent.

Comme perspective, il faut étendre cette étude à d'autres types de lampes et surtout celles à iodures métalliques qui semblent être la prochaine génération des sources de lumière pour l'éclairage public. Ici le problème est bien plus complexe à traiter à cause de la chimie du plasma qui fait intervenir plusieurs milliers de réactions. Par ailleurs la géométrie de cette lampe varie de façon significative d'un constructeur à l'autre.

Enfin, la tendance actuelle est de vouloir baisser l'éclairage pendant les heures creuses de la nuit ; cependant il faut focaliser nos travaux sur les réseaux intelligents et l'optimisation des puissances injectées dans ces derniers.