

**Institut de Formation Aux Métiers Des Energies
Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
Tanger**

**Rapport de stage d'initiation
SYSTEME ENERGIE SOLAIRE**

Mémoire de fin d'études intitulé :

Installation d'un central solaire



Réalisé par :
**Oussama
Kairhani**
Encadré par :

Encadrante pédagogique : **Mr.Badreddine Hafdane**



Soutenu le

Année de formation 2021-2022

Remerciement

Je remercie mon encadrons soit
l'organisme mohedd akkayene ou
formateur interne d'immergee
badreddine hafdane et les formateurs :
Hanae moudjahid, marwane sadik
pour nous faire comprendre les
modules qui a une relation avec le
stage, je remercie aussi tous qui me
motiver pendant la durée de
formation.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère.

A mes 3 sœurs qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mon amie intime ZAKARIA MOUHAJER qui continue me motiver pendant la durée de formation.

A mon formateur monsieur BADR EDDINE qui m'encadrer pendant cette nouvelle expérience de stage.

A l'organisme d'accueil **Mr. Abdelilah AKKYENE** qui m'accepter comme un Stagire dans son entreprise SURATEM.

A l'organisme MOHAMED AKKEYNE qui me découvrais comment le travail ça marche dans les chantiers Aux amis qui je connais pendant ce stage SOULAYMEN, RACHID, HAJAR, ZAKARIA, HASSAN.

A mon amis MOHAMED NAI MI qui travails avec une concentration et mis en situation A mes grands-mères, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant. Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Liste des figures

Figure 1: diagramme de l'organisation	10
Figure 2: les moyens	12
Figure 3: les matériels d'automatisme	13
Figure 4: Surveillance	14
Figure 5:contrôle d'accès	16
Figure 6:Réseau informatique	17
Figure 7:Energie solaire	18
Figure 8:Domotique	19
Figure 9:les rayons lumineux	22
Figure 10:l'effet photoélectrique	23
Figure 11: Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique	24
Figure 12: Performance des différentes technologies des cellules PV	24
Figure 13: cellule photovoltaïque	25
Figure 14:module photovoltaïque	25
Figure 15: Onduleur	26
Figure 16 : localisation du site	28
Figure 17: l'irradiation journalière	29
Figure 18: l'irradiation globale	29
Figure 19: Répartition de consommation	30
Figure 20: la simulation électrique	34
Figure 21: la simulation 3D	35
Figure 22: le gain mensuel	37
Figure 23: le gain annuel	38
Figure 24: l'amortissement	39
Figure 25:structure	41
Figure 26: les panneaux photovoltaïques	42
Figure 27: les portes fusibles	43
Figure 28: coffret de protection	44
Figure 29: l'onduleur d'installation	45
Figure 30: le chantier	46
Figure 31: simulation de chantier	47
Figure 32: la structure de l'installation(geznaya)	48
Figure 33: la structure (frissa)	49
Figure 34: les panneaux solaire (frissa)	50
Figure 35: coffret DC(frissa)	51
Figure 36: l'onduleur (frissa)	52
Figure 37: emplacement des panneaux (tetouan)	53
Figure 38: les panneaux non incliné (tetouan)	54
Figure 39: vidéophone Hikvision	55
Figure 40: système d'alarme sans fil teletek	56
Figure 41: smart lock	57
Figure 42: système d'alarme filières teletek	58
Figure 43: camera dahua	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : L'irradiation mensuelle.....	29
Tableau 2: Les données de consommation.....	30
Tableau 3: Autoconsommation.....	33
Tableau 4: Le bordereau des prix.....	36
Tableau 5: Le gain mensuel, les données de routeur sur investissement.....	37

Table des matières

Introduction générale	7
Chapitre 1 : Présentations de l'organisation d'accueil	
I. Présentation de SURATEM.....	9
III. Moyens matériels	11
IV. Notre Activité.....	13
1. Automatismes.....	13
2. Système de sécurité	14
3. Système de contrôle d'accès.....	15
4. Solutions réseaux informatiques & Standards téléphonique	17
5. Energie solaire.....	18
6. Domotique	19
7. Services et contrats de maintenance.....	20
Chapitre 2 : Etude et dimensionnement d'un central solaire	
L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE :	22
I. Introduction :	22
II. La technologie photovoltaïque	22
1. L'effet photoélectrique	22
2. Type et rendement des cellules photovoltaïques	24
3. Composants d'une installation photovoltaïque	25
4. Les avantages et les inconvénients de l'énergie PV.....	26
Sujet Etude et dimensionnement d'un centrale solaire	28
I. Contexte général du projet.....	28
1. Localisation du site.....	28
2. Données météorologiques.....	29
II. Etude technique.....	30
1. Les données de consommation	30
2. Dimensionnement du champ PV	31
3. L'autoconsommation	33
4. La simulation de l'installation solaire.....	33
III. L'étude économique	36
1. Le bordereau des prix	36
2. La rentabilité	37

Chapitre 3 : Les tâches effectuées

I.	Les installations solaires.....	41
1.	Installation solaire de puissance de 90kwc.....	41
2.	Installation solaire de puissance de 10kwc.....	46
3.	Installation solaire 118.3kwc	48
4.	Installation solaire 22.95kwc	49
5.	Installation solaire 8kwc	53
II.	Les appareils de courant faible (vidéo surveillance, contrôle d'accès).....	55
	Conclusion Général.....	60

Introduction générale

Du 01/04/2022 au 30/06/2022 j'avais effectué un stage au sein de la société SURATEM

Ce stage nous a fournie l'opportunité de saisir des nouvelles connaissances techniques et d'acquérir des nouvelles compétences. En réalité, ce stage nous a été avantageux, nous permettant de s'affronter avec la réalité et la vraie vie industrielle au sein des sociétés. Pendant la durée de mon stage, j'ai accompli plusieurs tâches citons par exemple :

- Etude et recherche sur l'énergie photovoltaïque
- Conception et calcul

Chapitre 1 : Présentations de l'organisation d'accueil

I. Présentation de SURATEM

SURATEM est une société S.A.R.L. fondé en août 1996, dont le directeur général **Mr. Abdellilah AKKYENE**. SURATEM a été créé pour répondre aux besoins du marché marocain. Elle est distinguée par la qualité et l'efficacité de ses services et continuellement consciente de l'évolution que connaît la technologie, la société SURATEM tient à la disposition de ses clients son expérience et son savoir-faire pour les études, les conseils, la réalisation et la maintenance des systèmes électroniques.

5 pôles d'activités intégrés dans un continuum de service pour nos clients :

- ❖ **Système d'automatisation des portes**
- ❖ **Système de contrôle d'accès**
- ❖ **Système de sécurité ; alarme anti-intrusion, détection incendie, vidéosurveillance**
- ❖ **Solutions réseaux informatiques & Standards téléphoniques**
- ❖ **Système Domotique**
- ❖ **Energie solaire ; éclairage, chauffe-eau solaire, pompage**

II. Personnel de SURATEM

Mr. Abdelilah AKKYENE ; Directeur général

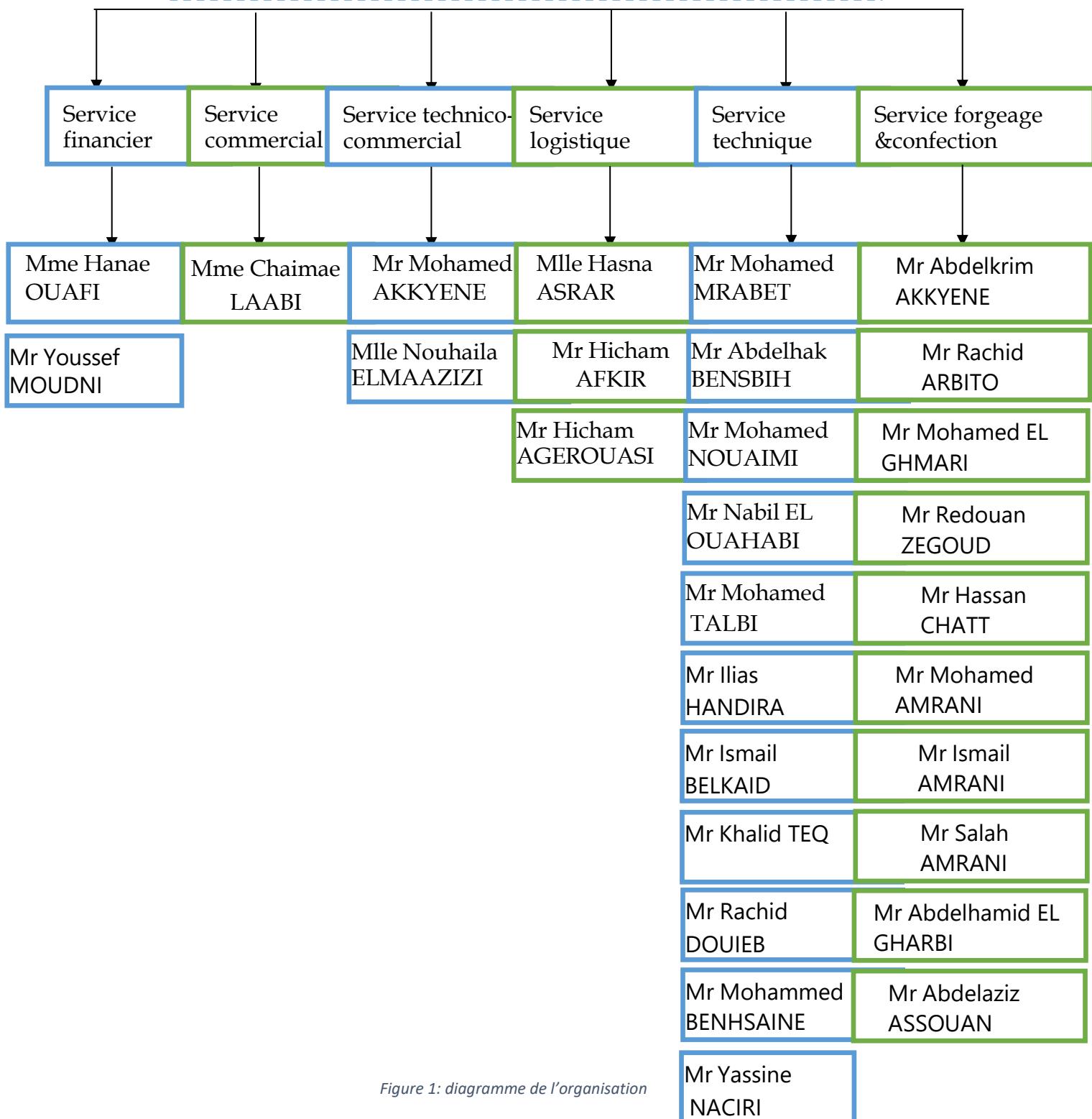


Figure 1: diagramme de l'organisation

III. Moyens matériels

- 01 showroom bien organisé
- 01 Atelier bien équipé avec un Kit électronique pour montage et essai, ainsi que les appareils électroniques de mesure et de contrôle.
- 05 micro-ordinateurs
- 02 magasins
- 07 Voitures de service



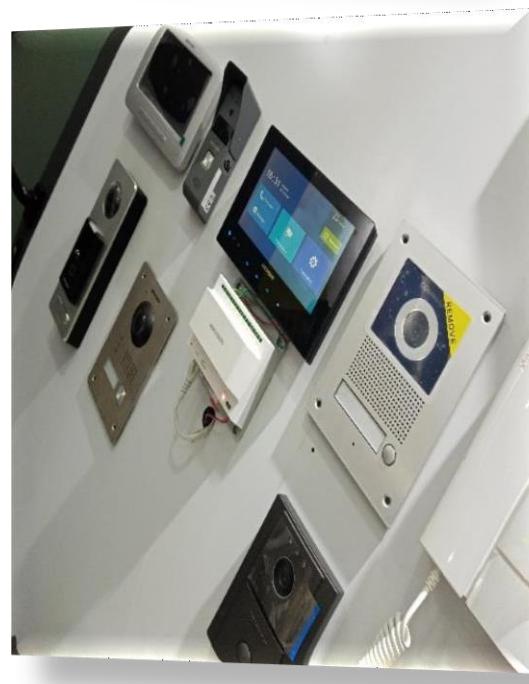
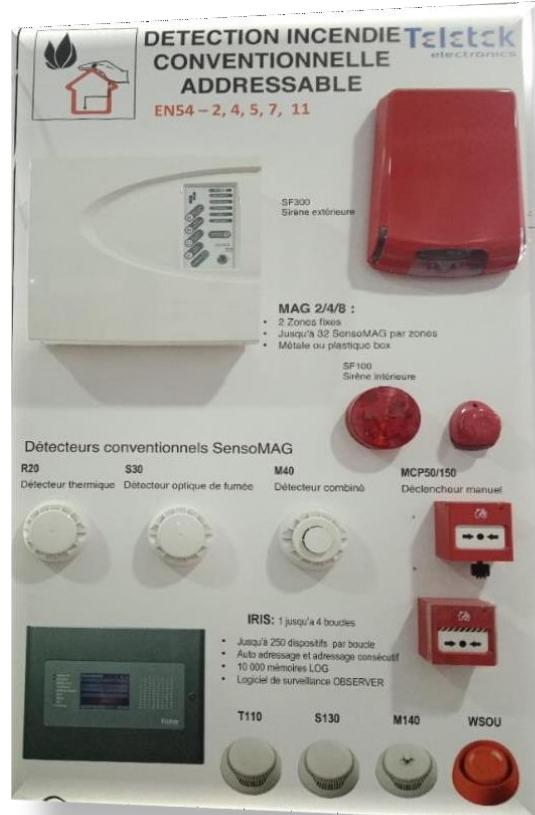


Figure 2: les moyens

IV. Notre Activité

1. Automatismes

SURATEM est plus qu'un leader, c'est un vrai partenaire pour les acteurs du marché pour la motorisation de tous types des portes à usage résidentiel et industriel : (coulissantes, battantes, basculantes, sectionnelles...), ainsi que les rideaux métalliques. De la marque italienne V2 et ACM.



Figure 3: les matériels d'automatisme

2. Système de sécurité

C'est une solution intelligente, modulable et rapide

- Alarme anti-intrusion : de la marque Teletek

i. Filaire

ii. Sans fil ; réf Bravo

- Alarme incendie : de la marque Teletek

i. Conventionnelle

ii. Adressable

- Vidéosurveillance : De la marque chinoise Hikvision et Duhua

Teletek
electronics



ahua
TECHNOLOGY



Figure 4: Surveillance

3. Système de contrôle d'accès

- C'est une solution de contrôle d'accès complète, d'où

On a :

- Pointeuse : de la marque Hikvision
- Contrôle d'accès : de la marque hikvision, il existe 2 grands types :
 - Contrôle d'accès centralisé
 - Contrôle d'accès autonome
- Vidéophone : de la marque Hikvision analogique & IP, et la marque Commax
- Contrôleur de ronde : c'est un équipement de contrôle de points de passage par pointage.
- Serrure intelligente : elle vous permet d'ouvrir et de fermer une porte sans utiliser de clé physique.



Figure 5:contrôle d'accès

4. Solutions réseaux informatiques & Standards téléphonique

- Installation du câblage informatique, téléphonique, électrique et fibre optique.
- Installation et configuration des équipements actifs.

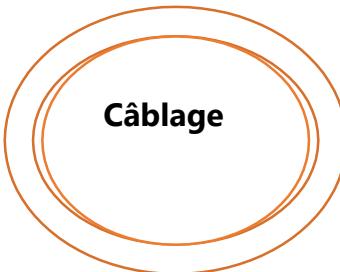


Figure 6:Réseau informatique

5. Energie solaire

Installations des panneaux solaires, étude, vente et maintenance pour :

- On grid*
- Pompage solaire*
- Chauffe-eau solaire*

Chauffe-eau



Pompage



ON GRID



Figure 7:Energie solaire

6. Domotique

La domotique rassemble les différentes techniques qui permettent de contrôler, et de programmer à distance

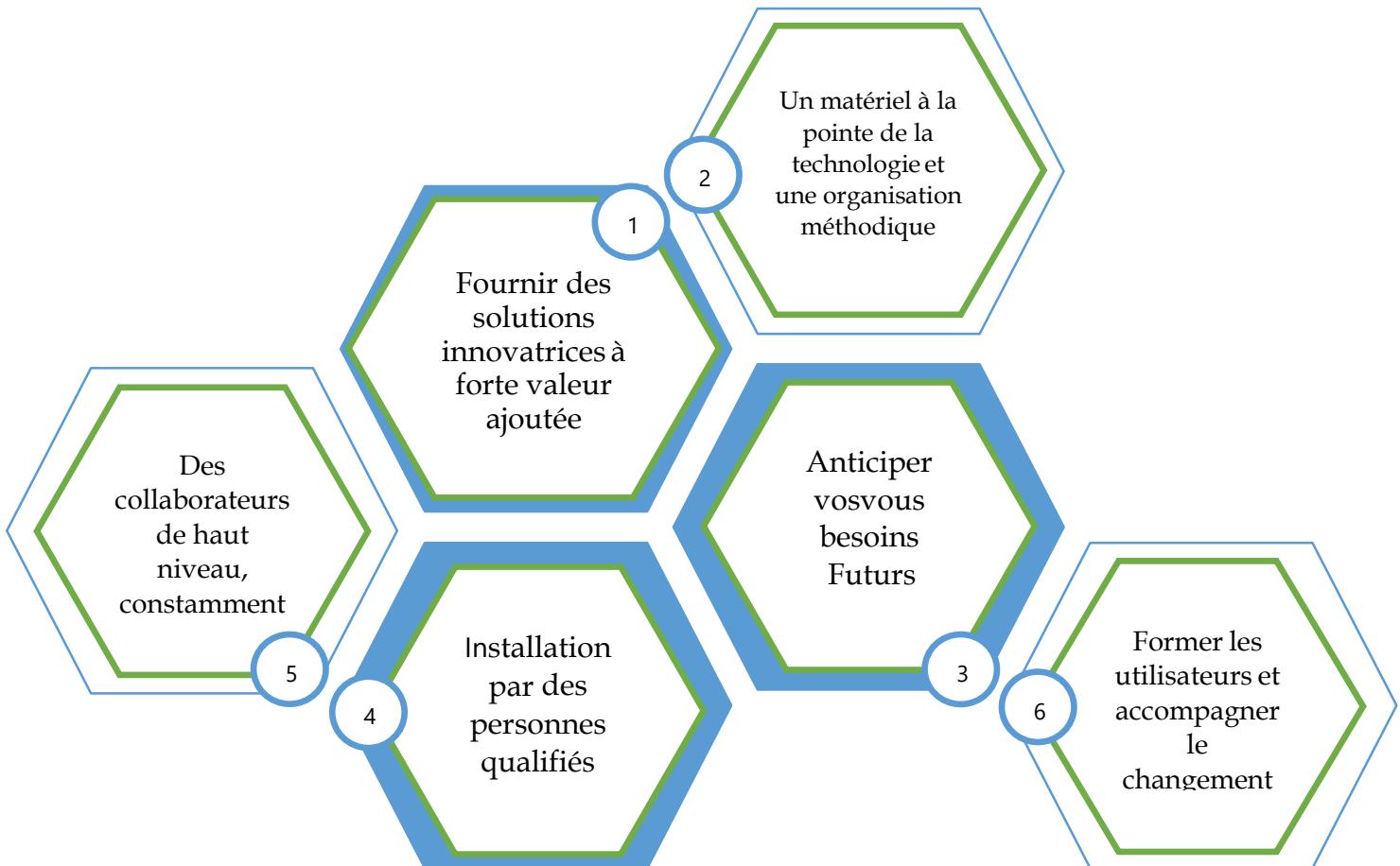
Où sur place la plupart des appareils et dispositifs électriques de la maison, depuis l'éclairage et le chauffage jusqu'aux équipements audiovisuels et électroménagers, en passant par l'ouverture des fenêtres. Ainsi que la gestion des systèmes d'alarme, Les préventions incendie, ou encore la température au Sein des pièces.



Figure 8:Domotique

7. Services et contrats de maintenance

- Intervenir rapidement sur le site après appel téléphonique
- Remplacement du matériel pendant la période de réparation
- Mettre en place un stock de pièces de rechange, par souci de rapidité d'intervention.
- S'assurer de la bonne livraison de l'équipement ainsi que de la satisfaction de l'utilisateur.



Chapitre 2 : Etude et dimensionnement d'un central solaire

L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE :

I. Introduction :

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Le soleil est une source énergétique quasiment illimitée, il pourrait couvrir plusieurs milliers de fois notre consommation globale d'énergie. C'est pourquoi, l'homme cherche depuis longtemps à mettre à profit cette énergie importante et diffusée sur l'ensemble de la planète, il est arrivé à réaliser ce but par le moyen dit cellule photovoltaïque. Le nom photovoltaïque vient du grec, il est composé de deux parties :

Photos : Lumière.

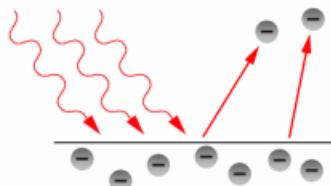
Volt : Unité de tension électrique, du nom Alessandro Volta.

Aujourd'hui, grâce à sa fiabilité et à son concept respectueux de l'environnement, le Photovoltaïque prend une place prépondérante. Dans ce chapitre, nous allons rappeler quelques notions de base sur la technologie photovoltaïque, ensuite une description du système photovoltaïque sera donnée.

II. La technologie photovoltaïque :

1. L'effet photoélectrique :

Il désigne le phénomène par lequel des électrons se trouvent libérés d'un matériau semi-conducteur à la suite d'une exposition à une radiation électromagnétique comme, par exemple, la lumière solaire.

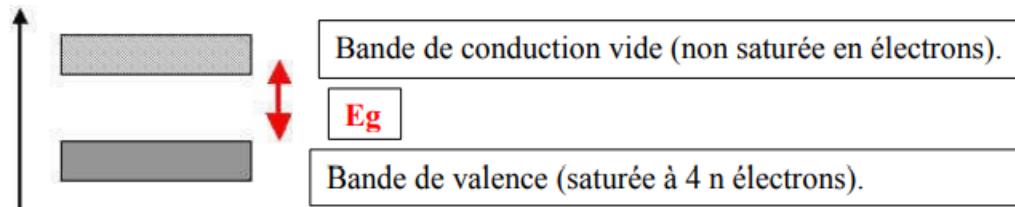


Les rayons lumineux et comment ils jettent les électrons en dehors du matériau

Figure 9:les rayons lumineux

Il faut utiliser un semi-conducteur, matériau dont la concentration en charges libres et à mi-chemin entre l'isolant et le conducteur : les électrons de valence ne peuvent circuler que si on leur fournit l'énergie nécessaire pour se délier du noyau de l'atome. Le plus connu et le plus utilisé est le silicium.

Pour des atomes à quatre électrons de valence comme le silicium, on a deux ensembles de niveaux d'énergie très proches les uns des autres qui forment deux bandes que l'on appelle la bande de valence et la bande de conduction.



Eg est l'écart entre les deux bandes. Si Eg n'est pas trop grand et si un photon est absorbé par le matériau, un électron peut « sauter » la bande d'énergie Eg et peupler la bande de conduction. Afin de recueillir un courant électrique il est nécessaire d'introduire un champ électrique de part et d'autre de la cellule. Pour cela, un processus de « dopage » est mis en place.

La couche exposée à la lumière subit un dopage de type « n ». On introduit dans le semi-conducteur des impuretés tel du phosphore qui possède cinq électrons dans sa couche périphérique, soit un de plus que le silicium.

La concentration en charge libre dans les cellules de type « n » est donc augmentée. A l'inverse la face arrière est constituée de cellules dopées « p » à l'aide de bore en règle générale. Le bore ne possède que trois électrons sur sa couche périphérique, créant ainsi un « trou » (défaut d'électron) supplémentaire.

Lorsque l'on met en présence deux cellules de type « n » et « p » et après recombinaison des charges libres (électrons et « trous ») un champ électrique constant s'instaure. Ainsi, lorsque les photons heurtent les électrons avec une énergie supérieure à Eg les électrons libérés peuvent se mouvoir sous l'action du champ électrique engendré par le dopage ce qui provoque l'apparition du courant électrique. Les charges déplacées sont alors collectées par une grille sur la face avant et une plaque métallique de contact sur la face arrière. Elles se déplacent dans le circuit ainsi fermé.

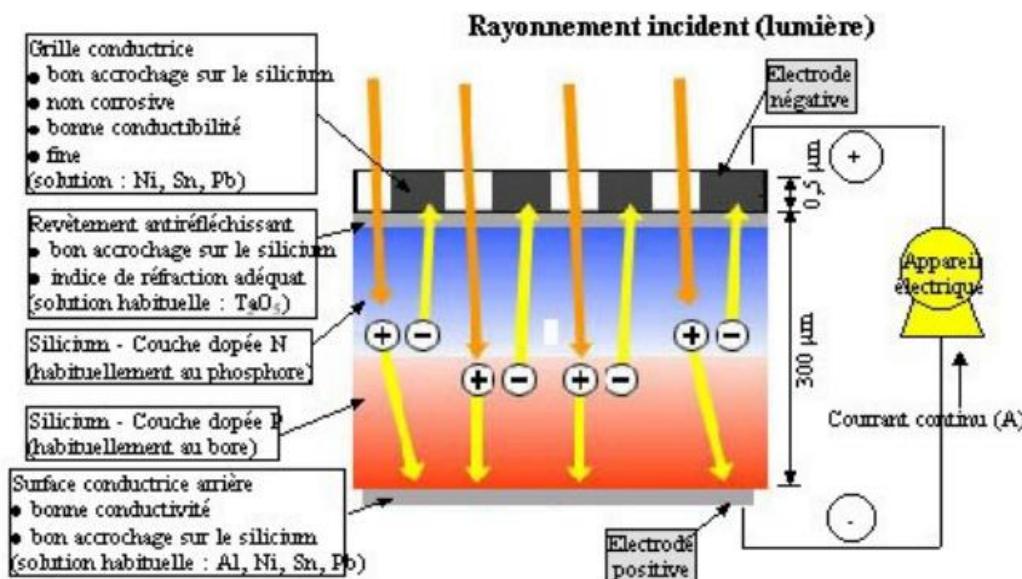


Figure 10:l'effet photoélectrique

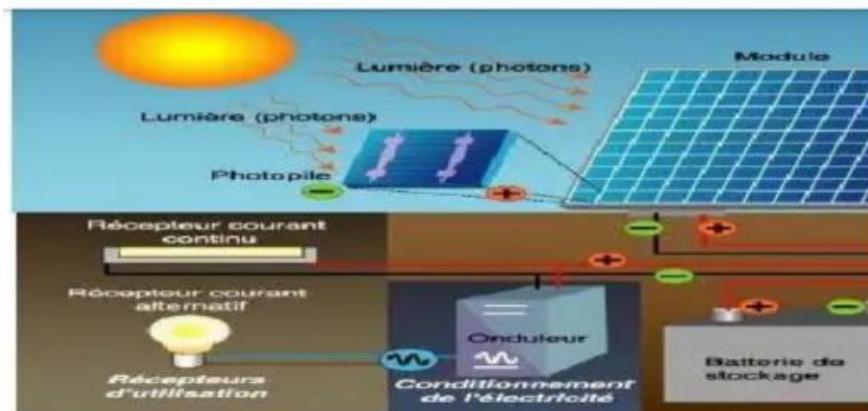


Figure 11: Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique

2. Type et rendement des cellules photovoltaïques :

Il existe différents types de cellules solaires, et chaque type de cellules à un rendement qui lui est propre. Cependant, quel que soit leur type, leur rendement reste assez faible : de 8 à 23% de l'énergie qu'elles reçoivent. Dans le tableau 1, ci-dessous on résume les différentes performances des technologies des cellules photovoltaïques :

Type de cellule	Rendement	Avantage	Inconvénient	Image
Silicium monocristallin	13-17%	Bon rendement pour une cellule	Cout de fabrication élevé, perte de matière en cours de fabrication	
Silicium poly-cristallin	11-15%	Bon rendement pour un module	Cout de fabrication élevé, perte de matière en cours de fabrication	
Silicium amorphe	5-9%	Facile à fabriquer	Mauvais rendement	
CdTe	7-11%	Absorbe 90% des photons incidents	Cadmium très polluant	
CIGS	20%	Energie de gap ajustable, 99% des photons absorbés	Manque de matière première	
Cellules organiques	≤ 5%	Faible cout de fabrication, flexible	Rendement encore trop bas	

Figure 12: Performance des différentes technologies des cellules PV

Remarque : Le rendement n'est pas le seul critère de choix de telle technologie mais il existe autre critère comme le prix, le poids, la fragilité de l'installation car elle doit être capable de résister devant les conditions climatiques difficiles. Les recherches scientifiques pour augmenter le rendement des différentes technologies sont continuées. Le silicium cristallin reste encore le mieux utilisé car il présente le plus grand rendement.

3. Composants d'une installation photovoltaïque :

a) Cellule photovoltaïque :

Composant électronique semi-conducteur qui convertit l'énergie solaire en énergie électrique ; L'absorption des photons libère des électrons chargés négativement et des « trous » chargés positivement. La cellule photovoltaïque est un générateur électrique élémentaire ; l'ensemble des cellules forme le panneau photovoltaïque.

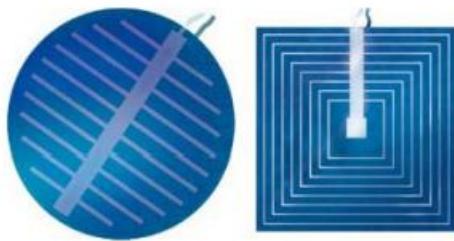


Figure 13: cellule photovoltaïque

b) Module photovoltaïque :

Assemblage en série de plusieurs cellules photovoltaïques protégées par un revêtement qui en permet l'utilisation à l'extérieur.



Figure 14:module photovoltaïque

c) Le générateur photovoltaïque :

L'ensemble de panneaux photovoltaïques interconnectés forme le générateur. Celui-ci convertit directement la lumière solaire en électricité (courant continu). La quantité d'électricité produite est proportionnelle à la quantité de lumière qui atteint le générateur. Le générateur est caractérisé par sa puissance crête exprimée en kilowatt crête (kWc). Un câblage spécifique pour le courant continu relie le générateur à l'onduleur.

d) L'onduleur :

Il sert à transformer le courant continu produit par les modules en courant alternatif identique à celui du réseau. Les onduleurs destinés aux systèmes photovoltaïques sont quelques peu différents des onduleurs classiques utilisés en électrotechnique, mais

l'objectif est le même (transformer l'énergie électrique de type continue en alternatif). La principale caractéristique de l'onduleur PV est la recherche du meilleur point de fonctionnement du générateur PV qui a une courbe caractéristique IV non linéaire. Il se présente sous la forme d'un boîtier à fixer sur un mur, près des capteurs. Peu bruyant, il n'émet pas de parasites électromagnétiques.

L'onduleur assure également une fonction de protection par coupure du courant venant de votre installation si le réseau est mis hors tension : cette précaution assure la sécurité du personnel d'intervention.



Figure 15: Onduleur

e) Le système de comptage :

La production d'une installation solaire photovoltaïque est mesurée à l'aide d'un système de comptage disposée à la sortie de l'onduleur. Ce système a pour rôle de mesurer en temps réel l'énergie produite, la part qui est consommée sur et celle qui est injectée dans le réseau.

4. Les avantages et les inconvénients de l'énergie PV

Avantages :

- ✓ Son carburant est gratuit. Le soleil existe partout et toujours et ses rayons sont gratuits.
- ✓ La plupart des cellules photovoltaïques sont fabriquées à base de silicium, un matériau abondant et non toxique (second matériau le plus abondant sur Terre).
- ✓ L'énergie solaire photovoltaïque ne génère ni bruit, ni émissions nocives, ni gaz polluants. Leur utilisation réduit le réchauffement climatique.
- ✓ Les systèmes photovoltaïques sont très sûrs et d'une grande fiabilité. L'espérance de vie d'un module solaire est d'environ 30 ans.
- ✓ Les modules photovoltaïques sont recyclables et les matériaux utilisés pour leur production (silicium, verre, aluminium, etc.) peuvent être réutilisés.
- ✓ L'énergie solaire photovoltaïque exige peu de maintenance. Les modules solaires ne nécessitent pratiquement aucune maintenance et sont faciles à installer.
- ✓ L'énergie solaire photovoltaïque fournit de l'électricité aux zones rurales les plus isolées. Les modules solaires peuvent être intégrés de manière très esthétique dans les bâtiments. Ils peuvent couvrir toits et façades, contribuant ainsi à l'autonomie énergétique des bâtiments.

- ✓ Le temps mis par un module photovoltaïque pour générer autant d'énergie qu'il en a fallu pour le produire est très court ; il varie entre 1,5 et 3 ans. Sur sa durée de vie, un module produit donc entre 6 et 18 fois plus d'énergie qu'il n'en faut pour le fabriquer.
- ✓ L'énergie solaire photovoltaïque permet la création de milliers d'emplois. Avec une croissance annuelle moyenne de 40 % ces dernières années, le secteur photovoltaïque contribue de plus en plus à la création de milliers d'emplois dans le monde.
- ✓ L'énergie solaire photovoltaïque contribue à améliorer la sécurité de l'approvisionnement énergétique d'un pays.

Inconvénients :

- ✗ Le coût d'investissement des panneaux photovoltaïques est élevé.
- ✗ Le rendement électrique diminue avec le temps (20% de moins au bout de 20 ans).
- ✗ Les panneaux contiennent des produits toxiques et la filière de recyclage n'est pas encore existante.
- ✗ Lorsque le stockage de l'énergie électrique par des batteries est nécessaire, le coût du système photovoltaïque augmente.
- ✗ Le rendement réel de conversion d'un module est faible.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté des généralités sur la technologie photovoltaïque. Les technologies PV actuelles permettent de transformer directement le rayonnement solaire en électricité avec un taux de conversion d'environ 15%. L'amélioration du rendement des systèmes photovoltaïques PV dépend du rayonnement absorbé par les panneaux solaires.

Ainsi on se propose dans le chapitre suivant de faire un dimensionnement d'une installation photovoltaïque d'une villa d'un site isolée.

Sujet Etude et dimensionnement d'un centrale solaire

I. Contexte général du projet

L'objet de la présente étude et l'évolution technico-économique d'une installation PV en autoconsommation permettant la réduction de la facture énergétique de l'usine Noryotex située Rue Elmajed

1. Localisation du site

Usine Noryotex située a rue Elmajed Les figures ci-dessous représente la localisation du site du projet où sera implantée l'installation photovoltaïque :

Les coordonnées géographiques : Latitude/Longitude: 35.742,-5.796

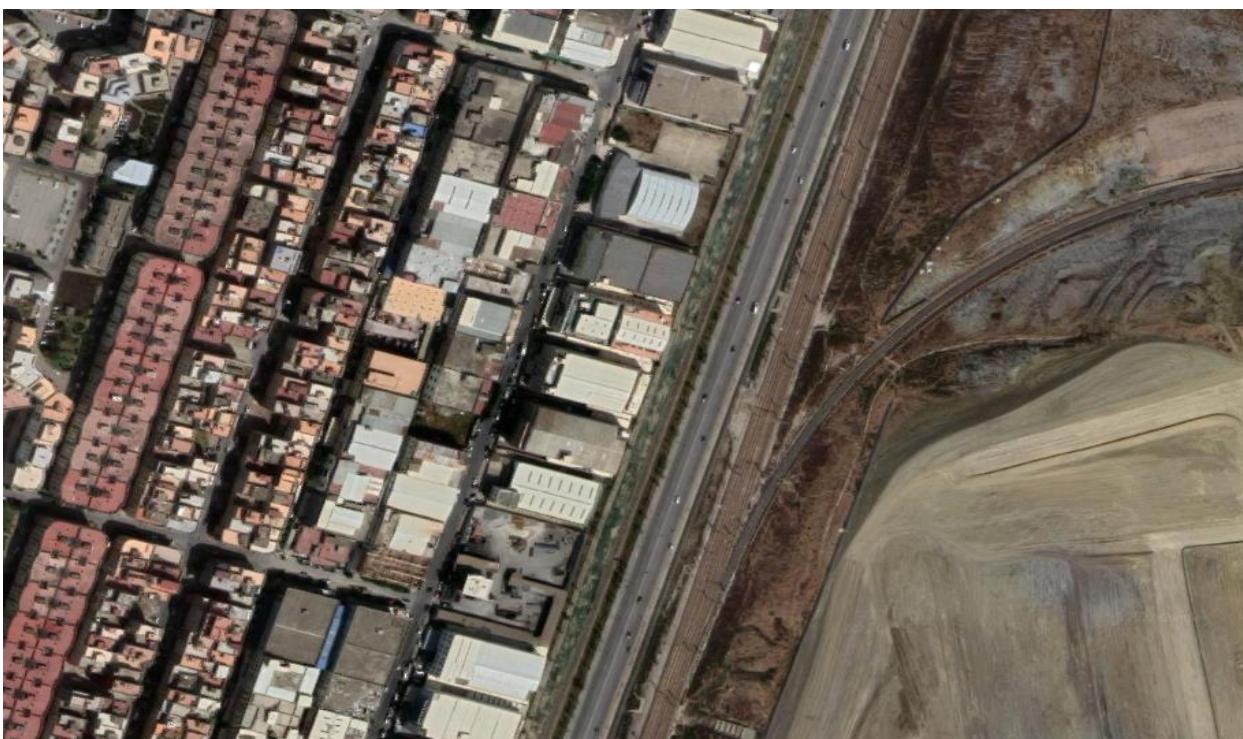


Figure 16 : localisation du site



2. Données météorologiques

Le potentiel de site en termes
D'ensoleillement solaire variant
Entre Le minimum
4,07 kWh/m² /jour en
Période hivernale et le maximum
7,40 kWh/m² /jour en période
Estivale, avec une moyenne
Annuelle De 6,02 kWh/m² /jour.

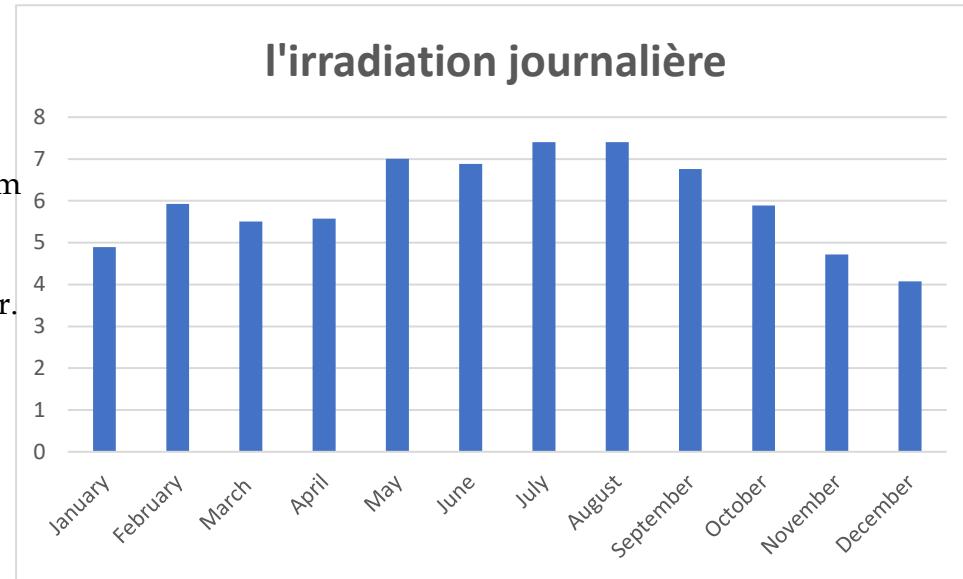


Figure 17: l'irradiation journalière

L'irradiation globale moyenne annuelle sur le site de projet est : 2197,32kWh/m²/An
Avec une production nette 1719,15 kWh/kWc/an.

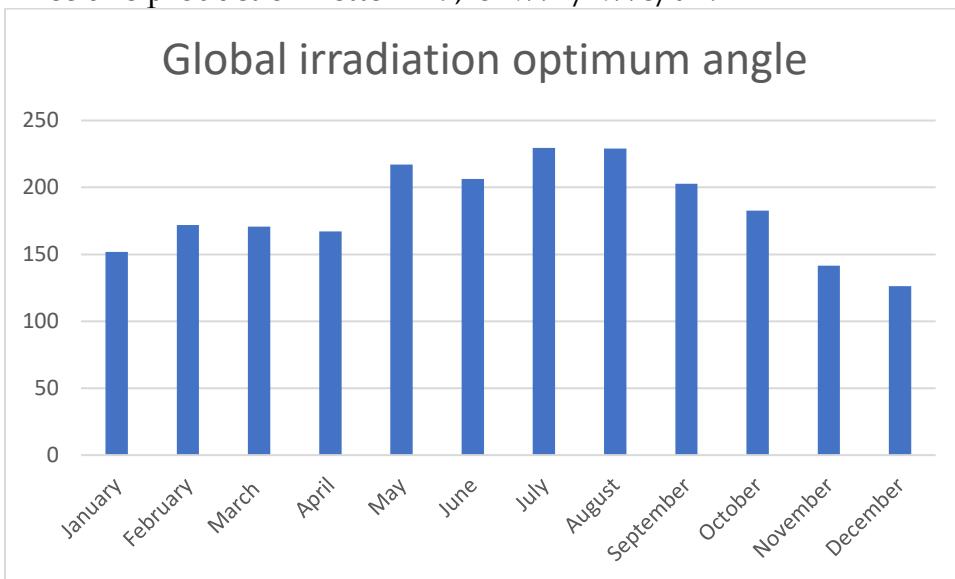


Figure 18: l'irradiation globale

L'irradiation mensuelle	
January	151.81
February	171.96
March	170.74
April	167.21
May	217.11
June	206.4
July	229.57
August	229.04
September	202.76
October	182.61
November	141.56
December	126.34

Tableau 1 : l'irradiation mensuelle

II. Etude technique

1. Les données de consommation

Le tableau ci-dessous présente les consommations mensuelles de l'usine lors des HC, HN et HP ainsi que les puissances maximales appelées pendant l'année 2018 :

Mois	Energie active			% de H. Normale	La puissance appelée
	Consommation mensuelle H. Creuses (KWH/Mois)	Consommation mensuelle H. Normale (KWH/Mois)	Consommation mensuelle H.de pointes (KWH/Mois)		Du mois en KVA
Janvier	3824	66024	3146	90.45%	389
Février	3817	69314	2683	91.43%	430
Mars	4642	76037	4972	88.78%	445
Avril	10440	75414	3950	83.98%	436
Mai	17124	64330	2162	76.94%	385
Juin	16271	34235	1484	65.85%	416
Juillet	10497	74698	3620	84.11%	399
Aout	8158	53249	4195	81.17%	406
Septembre	9523	66531	2407	84.79%	424
Octobre	10692	73599	6166	81.36%	430
Novembre	9280	59647	2838	83.11%	413
Décembre	7042	42578	1497	83.30%	408
Durant l'années	104268	755656	39120	82.94%	4981

Tableau 2: les données de consommation

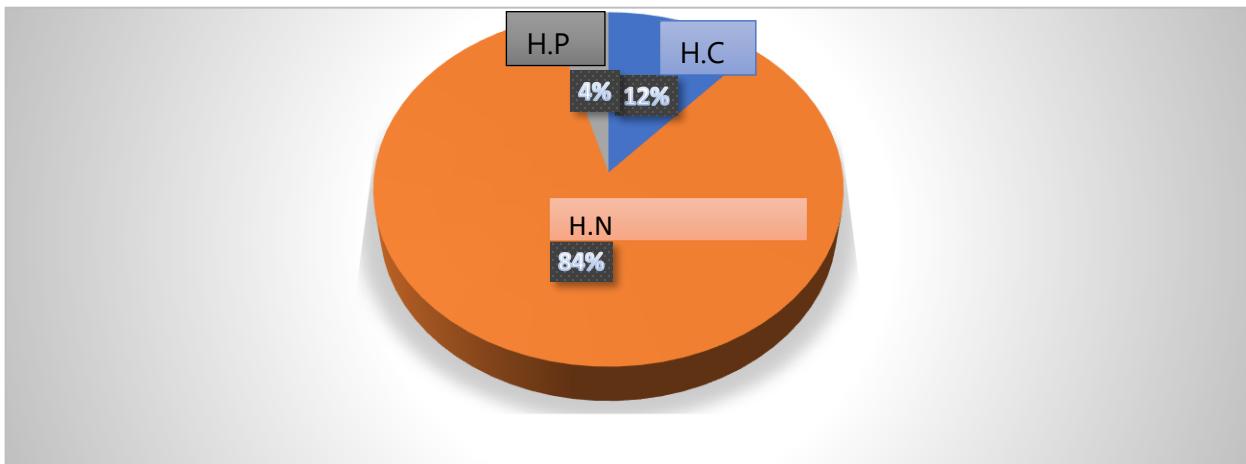


Figure 19: Répartition de consommation

2. Dimensionnement du champ PV

Le dimensionnement de l'installation considère l'énergie moyenne consommée par jour durant les heures pleines (H. Normal) qui est de 2070 kWh/jour, soit 62 971 kWh/mois.

A. Le choix des panneaux Photovoltaïques

En considérant la surface totale disponible sur les toitures qui est d'environ 560 m², nous préconisons l'installation d'un nombre total de modules d'environ 300 modules d'une puissance unitaire de 450Wc de Marque Jinko solar Mono facial, soit une puissance totale du champ photovoltaïque de 133 kWc (130 kWac) (permettant une économie moyenne de 21 078kWh/mois, ce qui représente environ 34% de la consommation lors des HN). La consommation lors des HN représente environ 83% de la consommation totale de l'usine, on obtient une économie minimale de 28% sur la consommation totale de l'usine .

B. Le choix d'onduleur

L'installation sera contrôlée par 2 Onduleurs de Marque Huawei ; l'onduleur 1: 100 kW avec 10 entrée MPPT et L'onduleur 2: 33 kW avec 4 entrée MPPT. Ils permettent de convertir le courant continu produite par les panneaux solaires en courant alternatif et entre autres d'adapter la production solaire à la consommation.

C. Le choix de câble solaire

Un câble solaire de cuivre avec une section entre 8-10 mm²

D. Le raccordement des panneaux photovoltaïques

Selon les données suivantes :

-Les dimension de panneaux photovoltaïque L :2,182m, l :1,029m.

-les deux parties de surface disponible ; 1^{er} partie incliné 10° on toiture, L :6m, l :50m.

La 2^{eme} partie incliné 30° sur les supports métalliques, L :5,2m, l :50m.

On obtient 141 panneaux dans chaque partie, 300 au totale.

47 panneaux sur la largeur de la surface et 3 panneaux sur la longueur de la surface.

On a le première onduleur huawei 100kw avec 10 entrées MPPT ; 22 panneaux dans chaque entrée MPPT.

On a le première onduleur huawei 33kw avec 4 entrées MPPT ; 20 panneaux dans chaque entrée MPPT.

E. Le choix des appareils de protection

Le côté de protection sera divisé en deux partie ; la protection de la partie DC, la protection de partie AC.

1. La protection de la partie DC

Pratique dans le cas de surcharge ou de court-circuit, le fusible avec porte fusible DC et Disjoncteur DC garantit une installation électrique sûre des équipements photovoltaïques.

- Porte fusible Avec fusible

Porte fusible ONESTO d'une tension d'emploi de 1000Vdc, cet ensemble admet un pouvoir de coupure de 25kA, une intensité de 25 A pour le porte fusible et des intensités de 20 A pour le fusible, D'une taille pratique de 10x38, un porte fusible pour chaque strings

- Disjoncteur DC

Disjoncteur Legrand Intensité nominale (In):25A ,Courbe: C Seuils magnétiques (Im): 5-10xIn Pouvoir de coupure Icu: 4,5kA Tension nominale de fonctionnement DC: 12-1000V.

2. La protection de la partie AC

Pratique dans le cas de surcharge ou de court-circuit, Disjoncteur AC garantit une installation électrique sûre des équipements.

- Disjoncteur AC

On doit utiliser un disjoncteur pour chaque onduleur :

-Disjoncteur 1 Pour onduleur 100KW ; disjoncteur Schneider ComPacT avec 4 pole protégé, courant assigné 160A, tension assignée 690V, pouvoir de coupure 36kA.

-Disjoncteur 2 Pour onduleur 33KW ; disjoncteur Hager avec 4 pole protégé, pouvoir de coupure 6kA, tension assigné 230/400 V, courant assigné nominal 50A et bloc différentiel Hager avec 4 pole, courant nominal 63A, courant différentiel 300mA, tension assignée entre 400/230V.

- Parafoudre AC

Parafoudre de Marque Citel triphasé de tension 230/400V, courant de décharge nominal 20kA et courant de décharge maximal 40kA, tension nominale en ligne 230V au max 280 V, tension résiduelle 1.5/0.9 V.

F. Suivi et Limitation d'injection

Smart Logger et Smart Power Sensor de Marque huawei

3. L'autoconsommation

L'autoconsommation photovoltaïque consiste à consommer sa propre production d'électricité solaire. Elle permet donc d'utiliser une énergie locale et abondante, tout en réduisant sa dépendance vis-à-vis du réseau national d'électricité.

Mois	L'autoconsommation				
	Réseau électrique		Installation solaire		la consommation
	Kwh/mois	%	Kwh/mois	%	Kwh/mois
janvier	57570.10	79%	15423.90	21%	72994
février	58342.86	77%	17471.14	23%	75814
Mars	68303.82	80%	17347.18	20%	85651
Avril	72815.46	81%	16988.54	19%	89804
Mai	61557.62	74%	22058.38	26%	83616
Juin	31019.76	60%	20970.24	40%	51990
Juillet	65490.69	74%	23324.31	26%	88815
Aout	42331.54	65%	23270.46	35%	65602
septembre	57860.58	74%	20600.42	26%	78461
octobre	71903.82	79%	18553.18	21%	90457
novembre	57382.50	80%	14382.50	20%	71765
décembre	38280.86	75%	12836.14	25%	51117
moyen annuelle	675817.62	75%	223226.38	25%	899044

Tableau 3: Autoconsommation

4. La simulation de l'installation solaire

Afin d'étudier ou dimensionner une installation solaire, il est nécessaire au préalable de bien Comprendre le cadre complet, En schématisant L'installation solaire on peut simplifiez les taches

1. La simulation électrique.

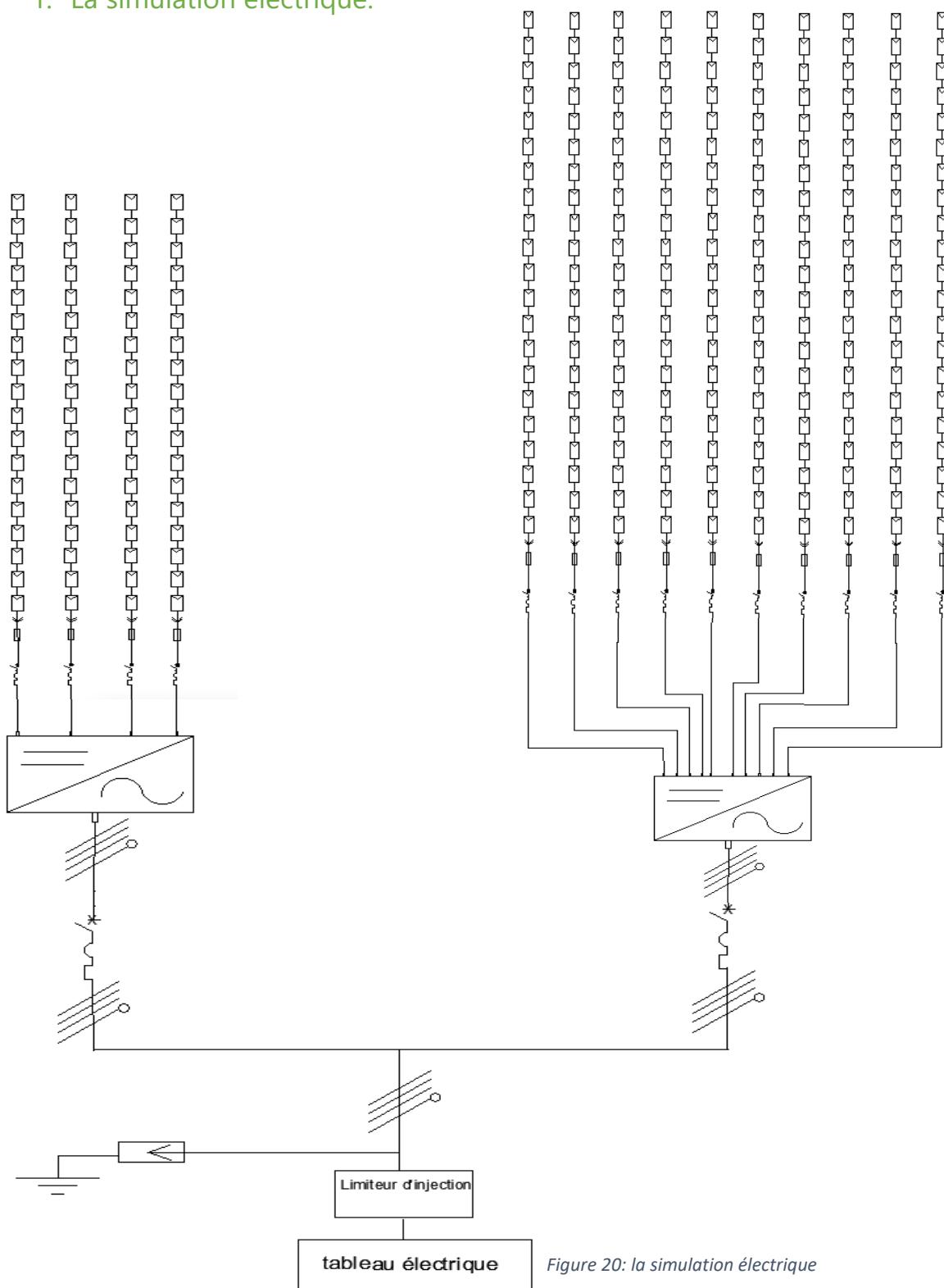


Figure 20: la simulation électrique

2. La simulation 3D

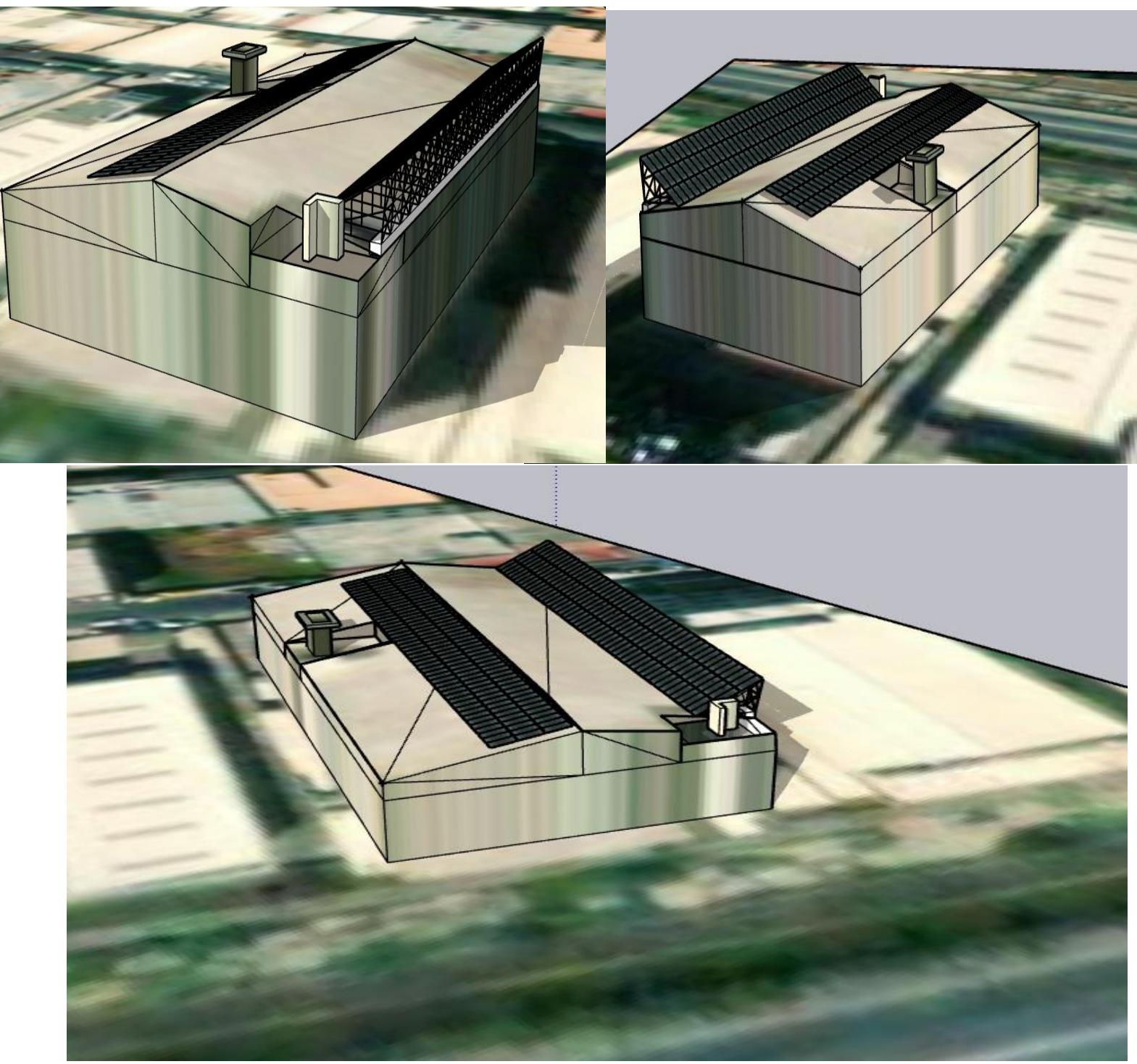


Figure 21: la simulation 3D

III. L'étude économique

1. Le bordereau des prix

N°	DESIGNATION	UNITE	QTE	P.UNITAIRE	P.TOTAL	P.TTC
1	Etude d'exécution	F	1	MAD 15,000.00	MAD 15,000.00	MAD 18,000.00
2	Panneaux photovoltaïque 450 Wc	U	282	MAD 2,000.00	MAD 564,000.00	MAD 620,400.00
3	Système de fixation en Rails sur les toitures inclinées	U	282	MAD 350.00	MAD 98,700.00	MAD 118,440.00
4	Onduleurs Triphasé injection 100 KW (Marque Huawei)	U	1	MAD 75,000.00	MAD 75,000.00	MAD 90,000.00
5	Onduleurs Triphasé injection 33 KW (Marque Huawei)	U	1	MAD 36,000.00	MAD 36,000.00	MAD 43,200.00
6	Génie Civil	U	150	MAD 120.00	MAD 18,000.00	MAD 21,600.00
7	Cable solaire 10mm ²	M	X	MAD 50,000.00	MAD 50,000.00	MAD 60,000.00
8	Equipements de protection de câblage et de raccordement	F	1	MAD 60,000.00	MAD 60,000.00	MAD 72,000.00
9	Compteur intelligent limiteur d'injection + système de monitoring + système de communication (Marque Huawei)	F	1	MAD 15,750.00	MAD 15,750.00	MAD 18,900.00
10	Transport et manutention	F	1	MAD 3,000.00	MAD 3,000.00	MAD 3,600.00
11	Installation raccordement et mise en service	F	1	MAD 130,000.00	MAD 130,000.00	MAD 156,000.00
TOTAL HT – MAD				MAD 1,065,450.00		
TOTAL TTC - MAD				MAD 1,222,140.00		

Tableau 4: Le bordereau des prix

2. La rentabilité

A. Le temps de routeur sur investissement

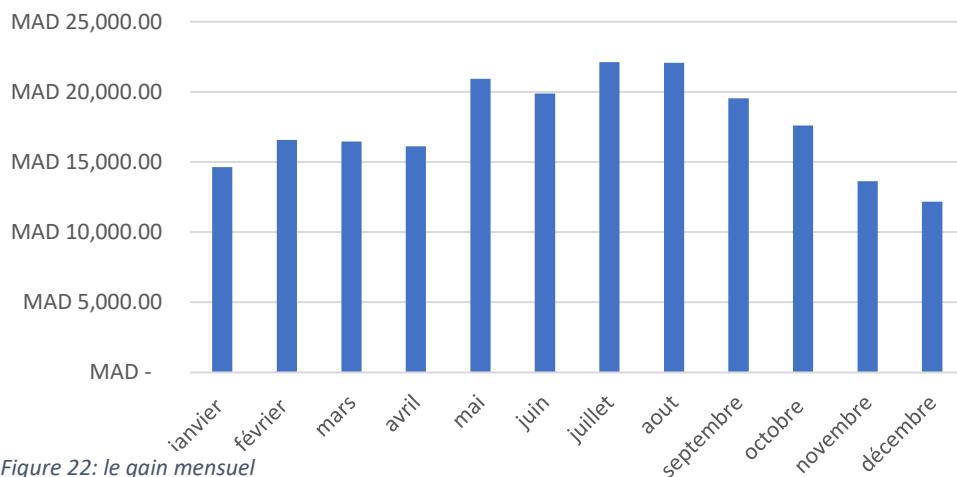
Le tableau ci-dessous présente les gains obtenus la première année après l'installation

Mois	la production solaire Kwh/mois	le gain financiere MAD/mois
janvier	15423.90	MAD 14,630.18
février	17471.14	MAD 16,572.07
Mars	17347.18	MAD 16,454.50
Avril	16988.54	MAD 16,114.31
Mai	22058.38	MAD 20,923.25
Juin	20970.24	MAD 19,891.11
Juillet	23324.31	MAD 22,124.04
Aout	23270.46	MAD 22,072.97
Septembre	20600.42	MAD 19,540.32
octobre	18553.18	MAD 17,598.43
Novembre	14382.50	MAD 13,642.37
Décembre	12836.14	MAD 12,175.60
le gain annuelle de l'installation	223226	MAD 211,739.15

Prix unitaire pour H. Normale :	0.95 MAD
Investissement	1,065,450 MAD HT
Durée de vie	25 Ans
Temps du routeur sur investissement	5.03 Ans
Taux d'évolution tarif d'électricité	2 % par an

Tableau 5: le gain mensuel, les données de routeur sur investissement

le gain en MAD



Un gain total d'environ 210 127 MAD HT est prévu dès la première année de l'installation.

B. Le gain annuel

Le tableau ci-dessous présente le cumul des gains obtenus pendant toute la durée de vie (financière) de la centrale qui est de 25 ans.

	Production solaire KWh/An	Le gain annuelle MAD/an	Frais de maintenance	cumul des gains	cumul des soldes
0					-MAD 1,065,450.00
1	223226.38	211739.15	--	MAD 211,739	-MAD 853,710.85
2	221887.02	210468.71	5000.00	MAD 417,208	-MAD 648,242.14
3	220555.70	209205.90	5000.00	MAD 621,414	-MAD 444,036.24
4	219219.01	207938.00	5000.00	MAD 824,352	-MAD 241,098.24
5	217883.67	206671.38	5000.00	MAD 1,026,023	-MAD 39,426.86
6	216548.33	205404.75	5000.00	MAD 1,226,428	MAD 160,977.89
7	215212.99	204138.13	5000.00	MAD 1,425,566	MAD 360,116.02
8	213877.65	202871.50	5000.00	MAD 1,623,438	MAD 557,987.53
9	212542.30	201604.88	5000.00	MAD 1,820,042	MAD 754,592.40
10	211206.96	200338.25	40000.00	MAD 1,980,381	MAD 914,930.66
11	209871.62	199071.63	5000.00	MAD 2,174,452	MAD 1,109,002.29
12	208536.28	197805.00	5000.00	MAD 2,367,257	MAD 1,301,807.29
13	207200.94	196538.38	5000.00	MAD 2,558,796	MAD 1,493,345.67
14	205865.59	195271.75	5000.00	MAD 2,749,067	MAD 1,683,617.42
15	204530.25	194005.13	5000.00	MAD 2,938,073	MAD 1,872,622.55
16	203194.91	192738.50	5000.00	MAD 3,125,811	MAD 2,060,361.05
17	201859.57	191471.88	5000.00	MAD 3,312,283	MAD 2,246,832.93
18	200524.23	190205.25	5000.00	MAD 3,497,488	MAD 2,432,038.18
19	199188.88	188938.63	5000.00	MAD 3,681,427	MAD 2,615,976.81
20	197853.54	187672.00	5000.00	MAD 3,864,099	MAD 2,798,648.82
21	196518.20	186405.38	5000.00	MAD 4,045,504	MAD 2,980,054.19
22	195182.86	185138.75	5000.00	MAD 4,225,643	MAD 3,160,192.95
23	193847.52	183872.13	5000.00	MAD 4,404,515	MAD 3,339,065.08
24	192512.17	182605.50	5000.00	MAD 4,582,121	MAD 3,516,670.58
25	191176.83	181338.88	5000.00	MAD 4,758,459	MAD 3,693,009.46

Figure 23: le gain annuel

On constate qu'à partie de la 5ème année, l'investissement est récupéré. Tout le gain qui reste les années qui suivent est du profit net.

Après 25 ans, le cumul de gains prévu dépasserait **3.69 MDH HT**.

C. L'amortissement de la centrale

La figure ci-dessous présente l'amortissement de la centrale et le cumul des gains obtenus :

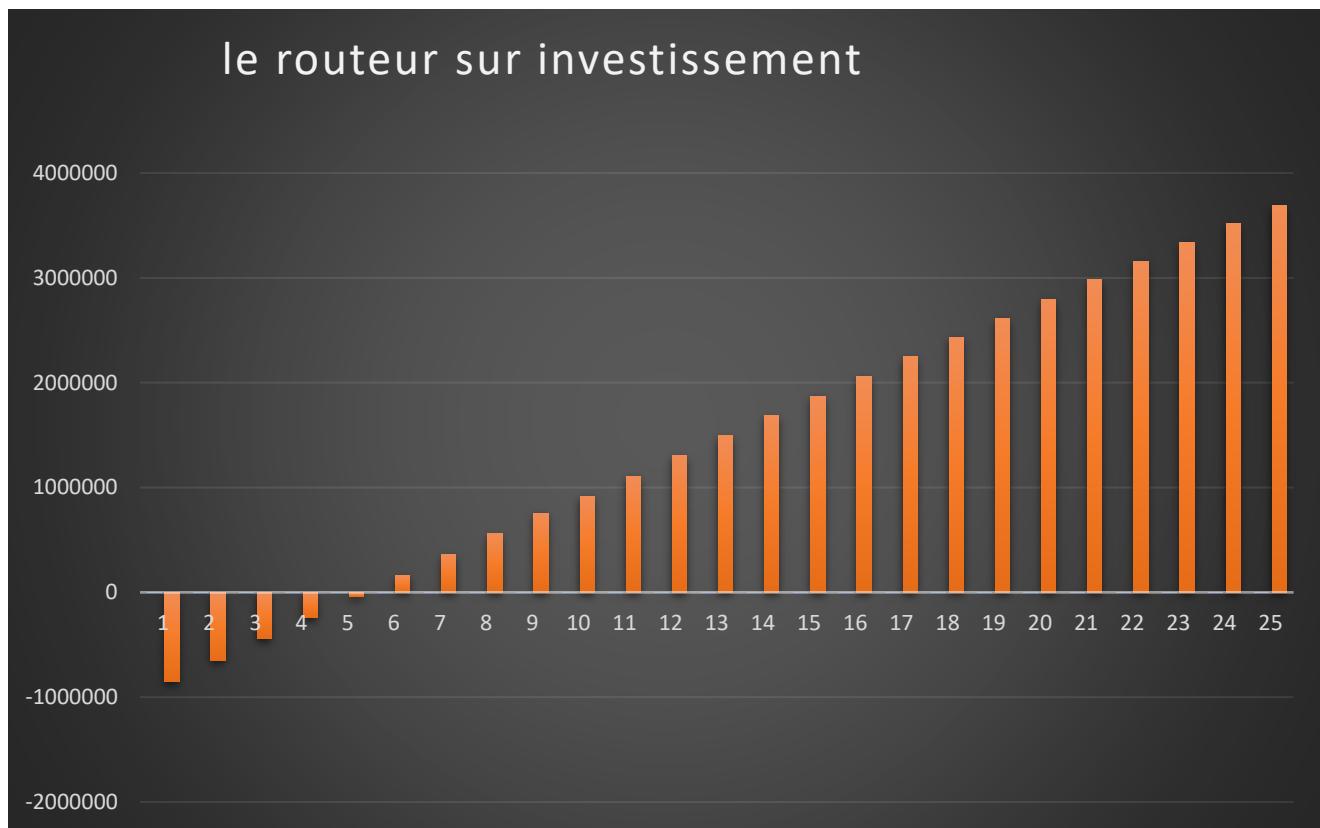


Figure 24: l'amortissement

Chapitre 3 : Les tâches effectuées

I. Les installations solaires

1. Installation solaire de puissance de 90kwc



Figure 25:structure

L'installation et fixation de la structure porteuse



Figure 26: les panneaux photovoltaïques

Fixation des panneaux photovoltaïques sur la structure et le raccordement électriques.



Figure 27: les portes fusibles

Le coffret de porte fusible DC

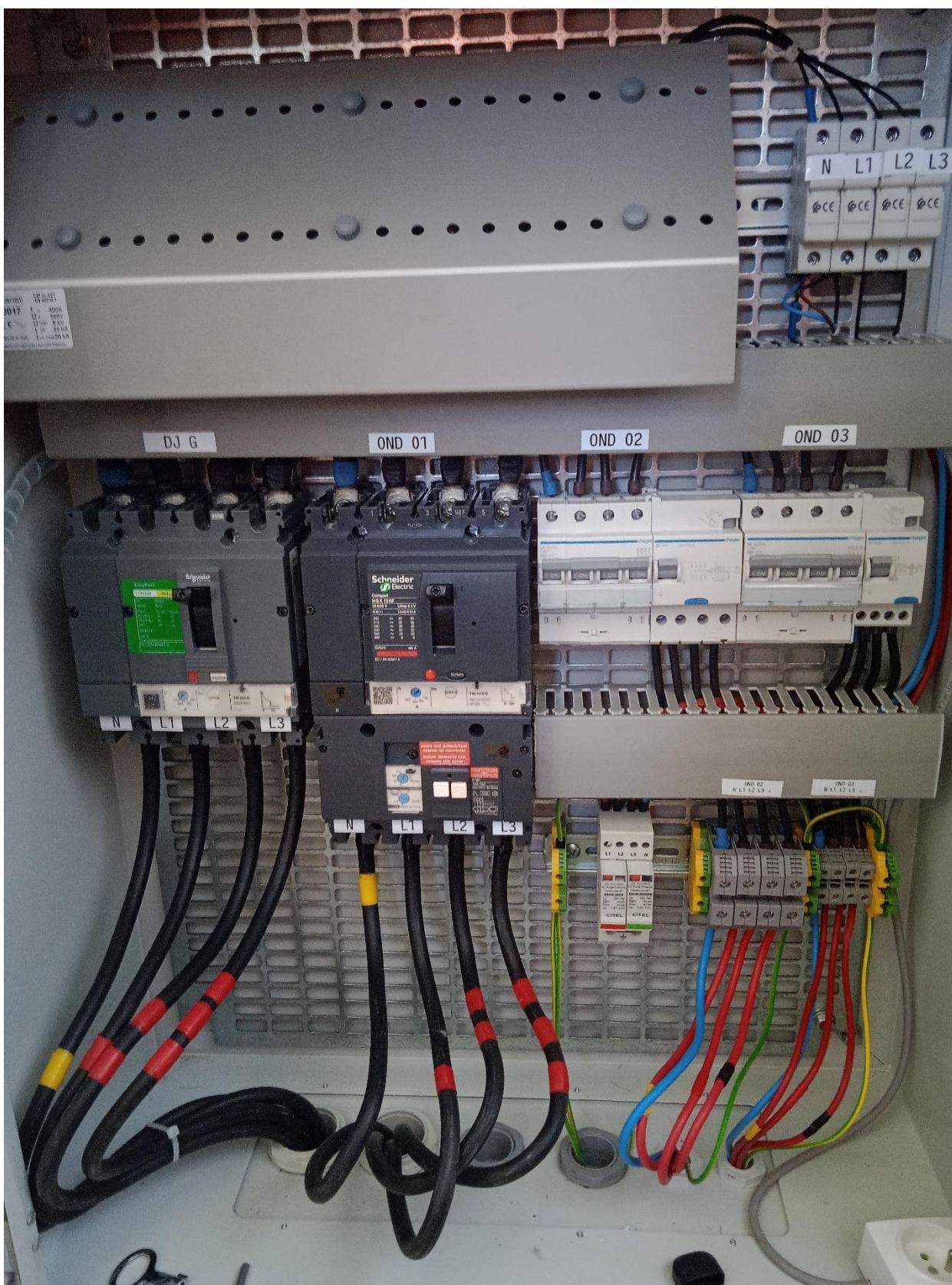


Figure 28: coffret de protection

Raccordement de coffret de la protection



Figure 29: l'onduleur d'installation

Le raccordement des onduleurs

2. Installation solaire de puissance de 10kwc



Figure 30: le chantier

Visite chantier pour une installation solaire

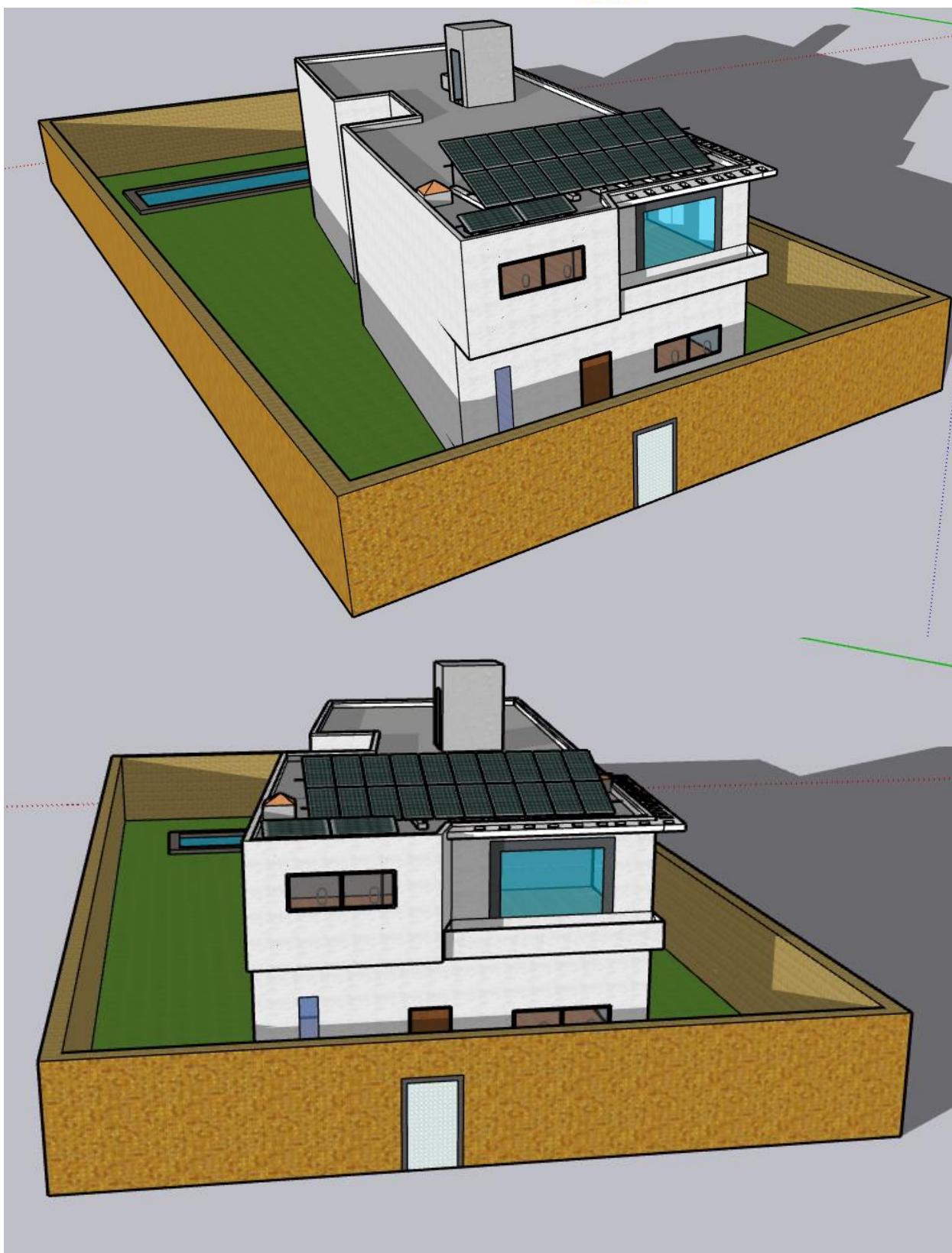


Figure 31: simulation de chantier

Simulation SketchUp pour l'installation solaire

3. Installation solaire 118.3kwc



Figure 32: la structure de l'installation(geznaya)
L'installation et fixation de la structure porteuse

4. Installation solaire 22.95kwc



Figure 33: la structure (frissa)

L'installation et fixation de la structure porteuse



Figure 34: les panneaux solaire (frissa)

Fixation et raccordement des panneaux photovoltaïques



Figure 35: coffret DC(frisca)

Raccordement de coffret de la protection Partie DC



Figure 36: l'onduleur (frissa)

Raccordement de l'onduleur et la protection AC

5. Installation solaire 8kwc



Figure 37: emplacement des panneaux (tetouan)

Installation de 6 panneaux photovoltaïques dans chaque partie



Figure 38: les panneaux non incliné (tetouan)

Installation de 8 panneaux photovoltaïques

II. Les appareils de courant faible (vidéo surveillance, contrôle d'accès)



Figure 39: vidéophone Hikvision

Raccordement de videophone



Figure 40: système d'alarme sans fil teletek

Raccordement de système d'alarme sans fil



Figure 41: smart lock

Raccordement et programmation de smart lock



Figure 42: système d'alarme filières teletek

Raccordement de système d'alarme filières

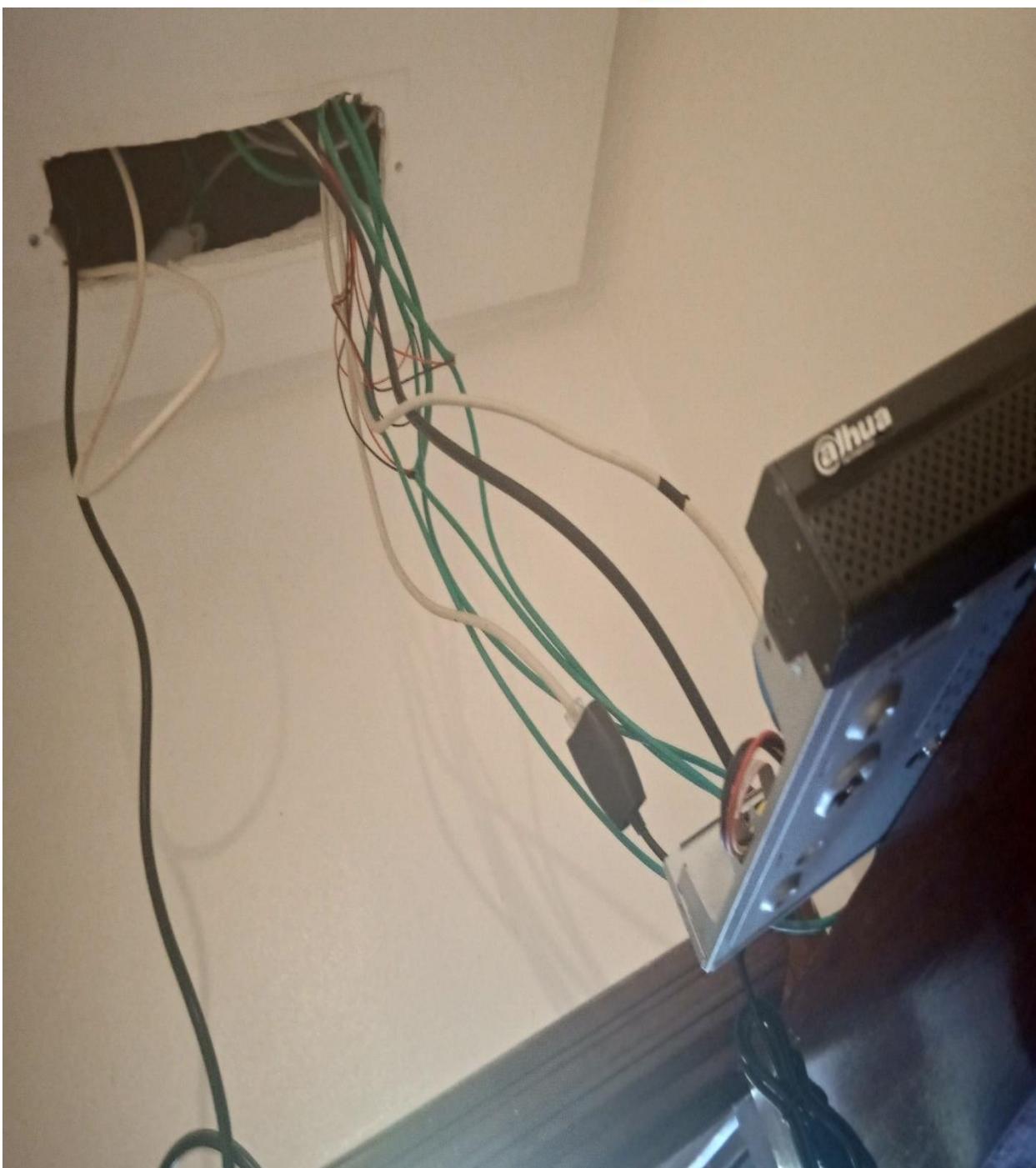


Figure 43: camera dahua

Maintenance de caméra de surveillance

CONCLUSION GENERAL

Ce stage est une occasion utile qui nous aide à voir en pratique toute la théorie Qu'on a vue dans notre étude ainsi on peut additionner la pratique avec théorie Pour mieux comprendre le domaine d'énergie solaire.

Encore, pendant cette période du stage, j'ai eu l'occasion d'améliorer mes Connaissances technique et pratiques et de m'intégrer dans la vie professionnelle