

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
– جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان
Université AboubakrBelkaïd– Tlemcen – Faculté de TECHNOLOGIE



MÉMOIRE DE MASTER EN ELECTROTECHNIQUE

Spécialité : Commande électrique

Par : **BOUHAFS Rokia & ZAIM Imane**

Etude Technico-Economique d'une installation énergétique à base de panneaux Photovoltaïque / Thermique

Soutenu, le 30 /09 / 2020, devant le jury composé de :

Président:	S. M. MELIANI	M.C.A.	Univ. Tlemcen
Examineur:	M. C. BENHABIB	M.C.A.	Univ. Tlemcen
Encadreur :	M. A. BRIKCI NIGASSA	M.A.A.	Univ. Tlemcen
Co- Encadreur:	A. RASFA	Directrice/ Master	R.E.S.Power

Année Universitaire : 2019-2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance

A mes parents

Que j'aime beaucoup, je leur resterai redevable toute ma vie, pour leur sacrifice pendant toutes ces années. Mon père à qui, je dois beaucoup, ainsi qu'à ma mère, la plus tendre des femmes, pour son amour et son soutien

A mes tantes

A mes frères.

A mes sœurs

A mes chères amies

.....sans oublier mes collègues d'études

Et à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à accomplir ce travail.

BOUHAFS Rokia.

Dédicaces

Je dédie cette thèse de master à :

- A ceux qui représentent le symbole du courage et des sacrifices, ceux qui m'ont illuminé le chemin du savoir, mon père **Mohammed** et ma mère **Amaria** que dieu me les protège, qu'ils trouvent ici une modeste contribution de ma part par rapport à tout ce qu'ils m'ont offert.
- A ma chère sœur : **ZAIM Mounia** Vous étiez toujours présente pour moi et à bon frère **CHERKAWI Nabil** qui sont beaucoup m'aidé et supporté dans ce travail .
- A mon très chers frère : **Bilal** et **SiefAllah** Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite. Que dieu vous protège.
- A mes très chères amies : A mon binôme **BOUHAFS Rokia** avec qui j'ai passé une année formidable où l'on partager des moments de joie et de malheur.
- A tous mes camarades et mes amis surtout : **Melle BENSALD Somia**; Melle **IGHIL Djihane**, sans oublier les gens de la promotion de commande électrique.
- **Mes enseignants de génie électrique** : Qui m'ont éclairé sur ce chemin du savoir et qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

A tous qui me sont chères

ZAIM Imane.

Remercîment

Nous remercions avant tout, **Allah** le tout puissant qui nous a donné les capacités physique et intellectuelles nécessaires à la réalisation de ce projet, de fin cycle.

Je voudrais tout d'abord saisir cette occasion pour exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur, Monsieur **BRIKCI Mohammed Amine**, Professeur à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté de diriger mes travaux. Je le remercie infiniment pour avoir toujours été présents par ses conseils, ses encouragements.

Je remercie vivement :

- ✓ Melle. **RASFA Amel** pour son engagement et pour son apport en temps qu'encadreur, pour ses précieux et judicieux conseils, qu'elle a bien voulu, nous prodigué tout au long de la réalisation de ce projet, pour la confiance qu'elle nous à témoigné, sans oublier sa qualité humaine. Elle trouvera ici, de notre part, notre entière gratitude et notre profondes reconnaissance et de m'avoir fait bénéficier tout au long de ce travail de sa longue expérience dans le domaine des énergies renouvelables (énergie solaire).
- ✓ les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de participer au jugement de ce travail.
- ✓ tous nos enseignants de la faculté pour leur dévouement et conseils et surtout leur compréhension.

Nous adressons notre sympathie à toutes les personnes que nous côtoyé, amicalement, durant ces année d'études, et qui ont toujours su maintenir une certaine ambiance de travail et de chaleureux humaine.

De peur, d'oublier certaines personnes, nous ne nous aventurerions pas à tous les citer, et nul doute, qu'ils sauront, ici se reconnaître.

Nous réservons une pensée toute particulière à nos chers parents qui nous ont toujours soutenu et guidé tout au long de nos études. Qu'ils trouvent, en ce mémoire, le modeste témoignage de notre profonde reconnaissance.

Table des Matières

Dédicaces	xi
Dédicaces	xii
Remerciement	xiii
Table des Matières	xiv
Liste des Tableaux	xvii
Liste des Figures	xviii
Nomenclature	xxi
Introduction général	1
Chapitre 1 :	
Généralité sur l'énergie solaire.....	2
1.1 Introduction :	3
1.2 Soleil	3
1.2.1 Présentation.....	3
1.2.2 Structure de soleil	3
1.2.3 Mouvement de la terre autour du soleil	4
1.2.4 Coordonnées géographiques	4
1.3 Rayonnement solaire	5
1.3.1 Constante I_c	5
1.3.2 Types du rayonnement solaire	5
1.3.3 Spectre solaire	6
1.4 Gisement solaire	6
1.4.1 Potentiel solaire mondiale.....	6
1.4.2 Potentiel solaire en Algérie.....	7
1.5 Energie solaire.....	8
1.6 Energie Photovoltaïque	8
1.6.1 Générateur photovoltaïque GPV	8
1.6.2 La cellule photovoltaïque	9
1.6.3 Différents types des panneaux solaires	11
1.6.4 Effet des variations climatiques sur module PV	12
1.6.5 Association des cellules	14
1.6.6 Différents types de système PV	18
1.6.7 Equipement d'une installation solaire	20
1.6.8 Méthode de dimensionnement PV	25
1.6.9 Les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque	27

1.7 Etude d'un chauffe eau solaire	28
1.7.1 Différents types de chauffe-eaux solaires individuels	28
1.7.2 Fonctionnement d'un système solaire thermique	30
1.7.3 Types de capteurs solaires thermiques.....	34
1.7.4 Eléments de construction d'un capteur solaire plan	36
1.7.5 Fonctionnement d'un capteur plan.....	37
1.7.6 Paramètres caractérisant le fonctionnement d'un capteur plan	38
1.7.7 Orientation et inclinaison d'un capteur plan	39
1.7.8 Classification des capteurs solaires.....	39
1.7.9 Raccordement des capteurs	39
1.7.10 Les avantages et les inconvénients	40
1.7.11 Méthode de dimensionnement	40
1.8 Conclusion :	42
Chapitre 2 :	
Etude et dimensionnement d'installation photovoltaïque/thermique.....	43
2.1 Introduction	44
2.2 Rapport de présentation.....	44
2.2.1 Présentation de l'école	44
2.2.2 Plan architecture.....	45
2.3 Etude et Dimensionnement d'installation photovoltaïque	46
2.3.1 Etude de projet	46
2.3.2 Dimensionnement Manuel	46
2.3.3 Câblage	48
2.3.4 Branchement de panneaux photovoltaïques/ batterie	50
2.3.5 Étapes d'installation	51
2.3.6 Dimensionnement par logiciel PVsyst	55
2.4 Dimensionnement solaire thermique d'école :	68
2.4.1 Les conditions d'installations	68
2.4.2 Application numérique de la méthode de dimensionnement (cas d'étude)	68
2.4.3 Instructions d'installation	71
2.4.4 Calcul des performances d'une installation solaire de production d'eau chaude par logiciel SOLO	75
2.5 Conclusion :	81
Chapitre 3 :	
Développement d'une interface graphique (GUI) sur Matlab et etude comparative.....	83
3.1 Introduction :	84
3.2 Estimé le montant d'investissement global d'une installation PV/thermique et le temps l'amortissement :	84
3.3 Approprié les techniques du dimensionnement :	86
3.4 Etude et simulation de la production de panneaux solaires par logiciel Wattneed.....	87
3.4.1 Présentations du logiciel :	87
3.4.2 Les étapes de simulation :	87
3.5 Résultats obtenus :	89
3.5.1 Evaluation de la production :	89

3.6 Energie journalière par logiciel Pvsyst :	89
3.6.1 Rapport de PVsyst.....	89
3.7 Développement d’une interface graphique (GUI) sur Matlab :	91
3.7.1 Le programme GUIDE :	91
3.7.2 Le GUI photovoltaïque :	95
3.8 Etude comparative :	108
3.9 Conclusion :	109
Conclusion général :	110
Bibliographie.....	111
Annexes A :	117
Fiche technique de panneaux photovoltaïque 315W	117
Annexe B :Fiche technique de capteur solaire 200L	119
Annexe C : Fiche technique de capteur solaire 300L	121
Annexe D : Fiche technique du Convertisseur	123
Annexe E : Fiche technique du Batterie UPG150-12	125
Annexe F : Cahier prescriptions techniques spéciales.....	127
Annexe G: Fiche technique du Cable 1X25mm2	129
Annexe H: Fiche technique du structeur des panneaux photovoltaïque pour 24 PV	130
Annexe I:Questionnaire.....	131
Annexe J: Programme GUI	133
Résumé	140
Abstract	140
ملخص	140

Liste des Tableaux :

TABLEAU 1-1: DEFERENTS TYPES DES PANNEAUX SOLAIRES. -----	11
TABLEAU 1-2: EQUIPEMENT UTILISE DANS LES SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES. -----	20
TABLEAU 1-3:TABLEAU COMPARATIF ENTRE LES COMMANDES MPPT [34][35] -----	23
TABLEAU 1-4 : LES AVANTAGES ET INCONVENIENT D'UNE CHAUFFE D'EAU SOLAIRE THERMOSIPHON. -----	33
TABLEAU 1-5: DIFFERANT TYPE DE CAPTEURS A CONCENTRATION -----	36
TABLEAU 2-1 : ESTIMATION DE CONSOMMATION JOURNALIERE. -----	47
TABLEAU 2-2: DEVIS QUANTITATIF DES ELEMENTS DE L'INSTALLATION DES PANNEAUX THERMIQUE. -----	70
TABLEAU 2-3 : LES ELEMENTS DE MONTAGE DU CHAUFFE-EAU -----	71
TABLEAU 2-4 : RESULTAT DE LA SIMULATION -----	80
TABLEAU 3-1: FACTURE SONALGAZE DU L'ECOLE -----	84
TABLEAU 3-2 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF -----	85
TABLEAU 3-3: LES RESULTATS DE DIMENSIONNEMENT POUR 1H DE FONCTIONNEMENT DE PLUS. -----	86
TABLEAU 3-4:NOUVEAUX RESULTATS DE DIMENSIONNEMENT -----	86
TABLEAU 3-5: COMPARAISON DE DIMENSIONNEMENT DE 8H ET 7H DE FONCTIONNEMENT	86
TABLEAU 3-6:ENERGIE ET IRRADIATION POUR LES 12 MOIS -----	97
TABLEAU 3-7: COMPARAISON ENTRE LES RESULTATS OBTENU. -----	108

Liste des Figures :

FIGURE 1-1 : COUPE SCHEMATIQUE DU SOLEIL	3
FIGURE 1-2 : LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES	4
FIGURE 1-3 : LES TROIS DIFFERENTS TYPES DE RAYONNEMENT SOLAIRE	5
FIGURE 1-4: SPECTRE DE RAYONNEMENT SOLAIRE	6
FIGURE 1-5 : L'IRRADIATION SOLAIRE ANNUELLE MONDIALE	6
FIGURE 1-6: GISEMENTS SOLAIRES EN ALGERIE	7
FIGURE 1-7: TYPES D'ENERGIE SOLAIRE	8
FIGURE 1-8: DE LA CELLULE AU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE.	9
FIGURE 1-9: SCHEMA D'UNE CELLULE PHOTOVOLTAÏQUE ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.	9
FIGURE 1-10: MODELE EQUIVALENT D'UNE CELLULE PV	10
FIGURE 1-11 : DEFERENTS TYPES DES PANNEAUX SOLAIRES.	12
FIGURE 1-12 : CARACTERISTIQUE I(V) POUR DEFERENTS ECLAIREMENT	12
FIGURE 1-13 : CARACTERISTIQUE P(V) POUR DEFERENTS ECLAIREMENT	13
FIGURE 1-14: CARACTERISTIQUE I(V) POUR DEFERENTS TEMPERATURES	13
FIGURE 1-15 : CARACTERISTIQUE P(V) POUR DEFERENTS TEMPERATURES	14
FIGURE 1-16: MONTRE LE GROUPEMENT EN SERIE DES CELLULES IDENTIQUES. ----	14
FIGURE 1-17: CARACTERISTIQUE GROUPEMENT EN SERIE DES CELLULES IDENTIQUES	15
FIGURE 1-18: MONTRE LE GROUPEMENT EN PARALLELE DES CELLULES IDENTIQUE.	15
FIGURE 1-19: CARACTERISTIQUE D'UN GROUPEMENT EN PARALLELE DES CELLULES IDENTIQUES	16
FIGURE 1-20: MONTRE LE GROUPEMENT HYBRIDE DES CELLULES IDENTIQUES. ----	16
FIGURE 1-21 : CARACTERISTIQUE D'UN GROUPEMENT HYBRIDE DES CELLULES IDENTIQUES.	17
FIGURE 1-22: DIODE PANNEAU SOLAIRE	18
FIGURE 1-23: CLASSIFICATION DES SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES.	18
FIGURE 1-24: SYSTEME HYBRID (AVEC STOCKAGE).	19
FIGURE 1-25: REGULATEUR DE CHARGE	20
FIGURE 1-26: ONDULEUR OFF GRID.	21
FIGURE 1-27: LA BATTERIE ETANCHE AGM	24
FIGURE 1-28: BRANCHEMENT SERIE ET PARALLELE DES BATTERIES	25
FIGURE 1-29 : PRINCIPE GENEREUX DE LA CHAUFFE EAU SOLAIRE.	28
FIGURE 1-30 : FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME THERMIQUE SOLAIRE A CIRCULATION FORCEE	31
FIGURE 1-31: CHAUFFE EAU SOLAIRE « THERMOSIPHON »	33
FIGURE 1-32: CAPTEUR PLAN	34
FIGURE 1-33: CAPTEUR A TUBE SOUS VIDE	35
FIGURE 1-34 : COMPOSANTS D'UN CAPTEUR SOLAIRE PLAN	36
FIGURE 1-35: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU CAPTEUR SOLAIRE PLAN	37

FIGURE 1-36: TYPES DE CAPTEUR PLAN. -----	38
FIGURE 1-37: RACCORDEMENT DES CAPTEURS SERIE. -----	39
FIGURE 1-38: RACCORDEMENT DES CAPTEURS PARALLELE. -----	40
FIGURE 2-1 : CARTE GRAPHIQUE DE REGION DE MASCARA. -----	45
FIGURE 2-2: PLAN ARCHITECTURE. -----	45
FIGURE 2-3 : CABLE SOLAIRE. -----	48
FIGURE 2-4: SECTION DE CABLE. -----	49
FIGURE 2-5 : SCHEMA DE BRANCHEMENT 24 PANNEAUX. -----	50
FIGURE 2-6 : SCHEMA DE BRANCHEMENT 16 BATTERIES. -----	51
FIGURE 2-7 : IMPLANTATION DES SOCLES. -----	52
FIGURE 2-8 : SUPPORTS DES PANNEAUX SOLAIRES. -----	52
FIGURE 2-9:LA POSE DES PANNEAUX. -----	53
FIGURE 2-10 : ARMOIR. -----	53
FIGURE 2-11: BATTERIES. -----	53
FIGURE 2-12 : CABLE DE COUPLAGE. -----	54
FIGURE 2-13 : PLAN DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE. -----	54
FIGURE 2-14: CONCEPTION DU PROJET. -----	55
FIGURE 2-15 : NOM ET LOCALISATION DE PROJET. -----	55
FIGURE 2-16: ANGLE D'ORIENTATION. -----	56
FIGURE 2-17 : LA CONSOMMATION -----	56
FIGURE 2-18: DISTRIBUTION HORAIRE. -----	57
FIGURE 2-19: CARACTERISTIQUE TECHNIQUES DE LA BATTERIE UTILISEE DANS LE SYSTEME. -----	57
FIGURE 2-20: CARACTERISTIQUE TECHNIQUE DE MODULE PV UTILISEE DANS LE SYSTEME. -----	58
FIGURE 2-21: DISPOSITION TYPIQUE D'UN SYSTEME AUTONOME. -----	58
FIGURE 2-22: SIMULATION. -----	59
FIGURE 2-23: FIN DE SIMULATION. -----	59
FIGURE 2-24: RESULTA OBTENU. -----	60
FIGURE 2-25: PRINCIPAUX RESULTATS DE SIMULATION. -----	61
FIGURE 2-26: BESOIN DE L'UTILISATEUR. -----	62
FIGURE 2-27: RESULTATS PRINCIPAUX. -----	63
FIGURE 2-28: DIAGRAMME DES PERTES. -----	64
FIGURE 2-29: LES PRODUCTIONS NORMALISEES. -----	65
FIGURE 2-30: BILANS DES RESULTATS PRINCIPAUX. -----	66
FIGURE 2-31: DISTRIBUTION ANNUELLE DE L'IRRADIANTE INCIDENTE. -----	67
FIGURE 2-32: DISTRIBUTION ANNUELLE DE LA PUISSANCE EN SORTIE DU CHAMP PV. ----	67
FIGURE 2-33: NOTICE DE MONTAGE DU CHAUFFE-EAU. -----	71
FIGURE 2-34 : CHOIX DE STATION -----	75
FIGURE 2-35 : STOCKAGE. -----	76
FIGURE 2-36 : CONSTANT DE REFROIDISSEMENT. -----	76
FIGURE 2-37 : CHOIX DE CAPTEUR SOLAIRE. -----	77
FIGURE 2-38 : ORIENTATION ET INCLINATION DE CAPTEUR. -----	77

FIGURE 2-39: EVOLUTION DES IRRADIATIONS SOLAIRES MENSUELLES PENDANT L'ANNEE.	79
FIGURE 2-40: EVOLUTION DES BESOINS MENSUELS.	79
FIGURE 2-41: PLAN DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE	81
FIGURE 3-1 : L'EVOLUTION DE LA PRODUCTION ANNUELLE.	89
FIGURE 3-2: RAPPORT DE PVSYST	90
FIGURE 3-3: INTERFACE GUI.	91
FIGURE 3-4: PLAN DE DISPOSITION DU GUI PV.	93
FIGURE 3-5: L'INSPECTEUR DE PROPRIETE DU PUSH BUTTON.	94
FIGURE 3-6 :L'inspecteur de propriété de l'édit text.	94
FIGURE 3-7: PLAN DE DISPOSITION DE L'INTERFACE.	96
FIGURE 3-8: PLAN DE L'INTERFACE GUI PV.	97

Nomenclature :

Les principales notations et abréviations utilisées dans ce mémoire sont explicitées ci-dessous.

Indices et exposant :

Symboles	Signification
δ	Déclinaison du soleil
j	Le numéro du jour de l'année (1er janvier=1).
ω	L'angle horaire
T_{sv}	le temps solaire vrai
ϕ	Latitude
Ψ	Longitude
Z	L'altitude Z
I_c	La valeur du rayonnement solaire
n_j	numéro du jour de l'année.
α	Rapport cyclique
N_{pv}	Nombre de panneaux photovoltaïque
$N_{p.th}$	Nombre de capteurs solaire
G_j	Le gisement solaire
Text	Température extérieur
DC	Continu
AC	Alternatif

Constantes :

Nom	Symbole	Valeur	Unité
Constante solaire	I_0	1354	$W \cdot m^{-2}$
Coefficient de pertes	/	0,6	/
Irradiation	I_r	5	$KWh/m^2/j$
La puissance donnée par le panneau		1000	W/m^2
Coefficient de décharge profonde	D_p	0,8 pour les batteries solaires 0,6 pour la batterie standard 0,5 pour la batterie de voitures	/
Nombre de jours d'autonomie	J	5 j pour les sites ensoleillés (Afrique) 7 à 10 j pour les sites tempérés (Europe du Sud et France) 15 à 20 j pour les sites plus défavorables (Europe du Nord)	/
Capacité calorifique de l'eau	C_p	1.167	$Wh/kg/^\circ C$
Masse volumique d'eau	ρ	1	kg/L

Nom	Symbole	Unité
Tension	V	[V]
Résistance	R_s et R_{sh}	[Ω]
Courant de court-circuit	I_{cc}	[A]
La photo courant	I_{ph}	[A]
Tension à circuit ouvert	V_{co}	[V]
Période	T	[S]
Courant de saturation	I_{sat}	[A]
La puissance maximale	P_{max}	[W]
Tension optimal	V_{opt}	[V]
Courant optimal	I_{opt}	[A]
Joule	J	[J]
Consommations journalières	E_j	[Wh/J ou kWh/j]
Temps de fonctionnement journalier	t	[h/J]
Capacité de batterie	C	[Ah]
Puissance de l'onduleur	P_{ond}	[W]
Puissance crête réel	P_{c réel}	[W]
Volume minimal du ballon de stockage	V_{st, min}	[L]
Consommation journalière par personne	V_p	[L]
Nombre de personnes	P	/
Température souhaitée de l'eau chaude sanitaire	T_{ec}	°C
Température de l'eau froide	T_{ef}	°C
Température de stockage de l'eau dans le ballon.	T_{st}	°C
La surface totale des panneaux	S_{tot}	m ²
Surface unitaire d'un panneau solaire thermique.	S_u	m ²

Glossaire :

Acronyme	Signification
ASA	l'Agence spatiale allemande
GPV	générateur photovoltaïque
PV	photovoltaïque
MPP	Maximum power point
MPPT	Maximum power point tracker
ECS	l'eau chaude sanitaire
CESI	chauffe-eau solaire individuel
MCP	Matériau à Changement de Phase
GlobEff	Rayonnement global horizontal : une combinaison du rayonnement diffuse global et du rayonnement direct global pour une surface horizontale.
GlobHor	Energie solaire disponible
E Unused	Energie inutilisée (batterie chargée)
E Miss	Energie manquante
E User	Energie fournie a utilisateur
E Load	Besoin d énergie d'utilisateur
SolFrac	Fraction solaire (E utile/E besoin)

Introduction général

Grâce à l'augmentation et l'instabilité énorme des marchés du pétrole et de ses dérivées, le monde ne cesse de chercher d'autres sources d'énergie pour assurer l'indépendance de leurs économies de la fluctuation des prix de pétrole. L'énergie solaire peut présenter des avantages indéniables, particulièrement pour sa propreté et son coût pas trop élevé. De plus celle-ci peut être utilisée dans diverses applications telles que l'agronomie et dans des sites isolés.

L'Algérie est probablement le pays Africain et Méditerranéen disposant du potentiel d'énergie renouvelable le plus important à l'échelle régionale [1], de même que les capacités les plus appropriées au développement et à l'exploitation de ce potentiel. Un potentiel énergétique lié à plusieurs types de sources, mais dont l'énergie solaire demeure la plus importante en disponibilité et puissance et, sans doute aussi, la plus compétitive à développer à l'avenir sous diverses formes.

L'énergie solaire présente certains avantages non négligeables sur les autres sources énergétiques, elle est : locale, gratuite, propre, silencieuse et durable. Les premières tentatives d'exploitation de l'énergie solaire utilisaient l'interaction rayonnement matière, c'est-à-dire l'échauffement d'un corps noir au soleil.

L'énergie solaire peut être utilisée sur toute la surface de la terre ou presque, il suffit donc de capter celle-ci et de l'utiliser. Aujourd'hui, Deux grandes technologies ont été identifiées pour en tirer le meilleur profit :

- ❖ D'une part le solaire photovoltaïque, qui transforme directement le rayonnement du soleil en électricité grâce à des panneaux solaire.
- ❖ D'autre part le solaire thermique consistant à produire de la chaleur ou de l'eau chaude à partir de capteurs solaires

L'objectif du présent travail est d'étudier un système à énergie solaire (Photovoltaïque-thermique). Pour ce faire, notre étude est structurée en trois chapitres et des annexes de la manière suivante:

Dans le premier chapitre, nous avons exposé quelques notions sur le gisement solaire et aussi quelque définition astronomique pour déterminer l'irradiation solaire globale. Une généralité sur système photovoltaïque, des différents types des panneaux solaires. En suit une généralité sur le système thermique, les différents types des capteurs solaires, les classifications, les différents composants et leur fonctionnement.

Le deuxième chapitre porte sur le dimensionnement manuel et par logiciel (PVsyst pour PV et SOLO pour thermique) du système photovoltaïque et chauffe eau solaire étudié (monobloc à effet thermosiphon) composé de deux capteurs thermiques et d'une cuve de stockage horizontale.

Puis, le troisième chapitre concernant un développement d'une interface graphique GUI suivie par une étude comparative.

En fin, ce manuscrit est terminé par une conclusion générale. Dans l'annexes, nous avons présenté le cahier de charge, les fiches technique des panneaux (PV/thermique), les onduleurs, les batteries, les câbles et un questionnaire.

Chapitre 1 :

Généralité sur l'énergie solaire.

1.1 Introduction :

L'énergie du soleil, qui parvient à la terre sous forme de rayonnement, est la source de toute vie sur terre. L'énergie solaire peut être captée et transformée en chaleur ou en électricité.

Dans ce chapitre, nous présentons des généralités sur la source de l'énergie solaire (le soleil), Puis on a fait une généralité sur les deux systèmes photovoltaïque et solaire thermique.

L'énergie photovoltaïque c'est une énergie électrique produite par la conversion du rayonnement solaire grâce à des panneaux par utilisation du principe de l'effet photovoltaïque.

Cette énergie est renouvelable et considérée comme une énergie propre et gratuite non polluante par rapport aux énergies fossiles.

En effet le mot " photovoltaïque " vient du grec " photo " qui signifie lumière et de " voltaïque " qui tire son origine du nom d'un physicien italien Alessandro Volta (**1754 -1827**) qui a beaucoup contribué à la découverte de l'électricité, alors le photovoltaïque signifie littérairement la «lumière électricité» [1][2].

L'utilisation de solaire thermique est simple et directe, est la production d'eau Chaude sanitaire. C'est aussi l'une des plus anciennes, comme plusieurs dispositifs de chauffe eau solaires ont été inventés depuis les débuts du XXème siècle jusqu'à nos jours, plus performants les uns que les autres [3].

1.2 Soleil

1.2.1 Présentation

Le Soleil est la seule et unique étoile du système solaire, qui n'est rien d'autre qu'un immense réacteur de fusion thermonucléaire situé à **150** millions de km de distance de la Terre, Il représente à lui seul **99,8** % de la masse totale du système solaire.

Confiné par des champs magnétiques d'une puissance extraordinaire et recyclant lui-même ses propres déchets, est de très loin la principale source d'énergie de notre planète [4].

1.2.2 Structure de soleil :

Une structure schématique du soleil est illustrée à figure 1.1. On distingue quatre zones particulières; le noyau, la photosphère, la chromosphère et la couronne

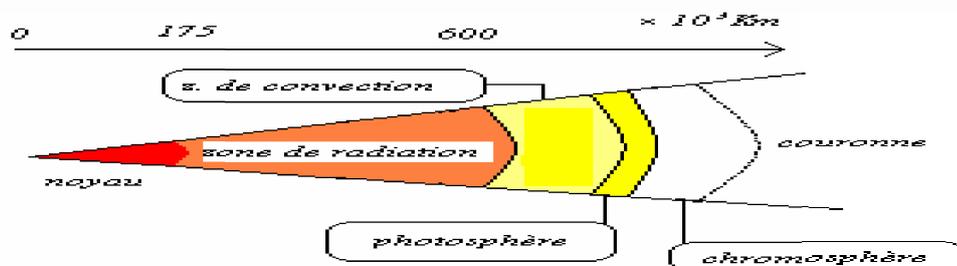


Figure 1-1 : Coupe schématique du soleil [5].

1.2.3 Mouvement de la terre autour du soleil

Le mouvement du soleil est repéré par rapport au plan équatorial de la terre à l'aide de deux angles (la déclinaison et horaire).

- **Déclinaison du soleil (δ)**

Correspond à l'angle formé par le plan équatorial et la direction terre soleil. Elle varie suivant l'équation de Cooper :

$$\delta = 23.45 \times \sin(0.980(j + 248)) \quad (1.1)$$

j : Le numéro du jour de l'année (1er janvier=1).

Elle varie de $-23,45^\circ$ au solstice d'hiver à $+23,45^\circ$ au solstice d'été, et elle est nulle aux équinoxes.

- **L'angle horaire (ω)**

C'est l'angle compris entre la méridienne origine passant par le sud et la projection du soleil sur le plan équatorial, il mesure la course du soleil dans le ciel.

L'angle horaire est de 0 à midi qui est donne par la formule suivante :

$$\omega = 15 \times (Tsv - 12) \quad (1.2)$$

Tsv : est le temps solaire vrai

1.2.4 Coordonnées géographiques

Ce sont les coordonnées angulaires qui permettent le repérage d'un point sur la terre :

- **Latitude (φ) :**

La latitude permet de repérer la distance angulaire d'un point quelconque par rapport à l'équateur. Elle est comptée à partir de l'équateur de 0 à $\pm 90^\circ$, positivement vers le nord et négativement vers le sud.

- **Longitude (Ψ) :**

Représente l'angle entre le plan méridien passant par ce lieu et le plan méridien origine (Green winch).

- **L'altitude (Z) :**

Correspond à la distance verticale entre un point et une surface théorique de référence (surface de la mer).

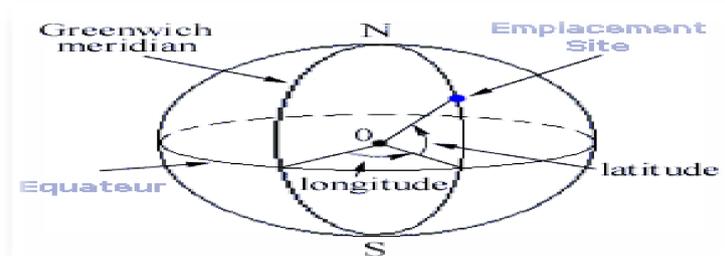


Figure 1-2 : Les coordonnées géographiques [6]

1.3 Rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est la matière première de l'énergie solaire à la suite des réactions de fusion thermonucléaire qui dégage une très grande quantité d'énergie, source de la plupart des énergies disponibles sur Terre et exploitable pour la production d'électricité et dans l'utilisation thermique.

1.3.1 Constante I_c :

La valeur du rayonnement solaire " I_c ", la quantité d'énergie totale envoyée par le soleil à la limite de l'atmosphère Terrestre sur une surface unité perpendiculaire au rayonnement solaire. Sa valeur moyenne " I_0 " appelée constante solaire est de l'ordre de 1354 W.m^{-2} . Cette valeur est en fonction de la distance Terre Soleil.

La variation de la constante solaire en fonction du numéro du jour de l'année suit la relation suivante [7] :

$$I_c = I_0[1 + 0.033(0.984 \times nj)] \quad (1.3)$$

nj : numéro du jour de l'année.

1.3.2 Types du rayonnement solaire :

Ce rayonnement peut être distingué sous forme de 3 flux : réfléchi, direct, diffus.

- **Rayonnement direct** le plus puissant, qui provient directement du soleil sans rencontrer d'obstacles sur sa trajectoire (nuage, immeubles...).
- **Rayonnement diffus**, ce rayonnement dépend directement de la nature du sol (nuage, sable ...). C'est à lui que nous devons la "lumière du jour" qui nous permet d'y voir clair même quand le temps est couvert.
- **Rayonnement réfléchi** ou l'albédo du sol c'est le rayonnement qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant à sa surface. Cet albédo peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (eau, neige).
- **Rayonnement global** Le rayonnement global correspond à la somme des composantes du rayonnement solaire définit précédemment.

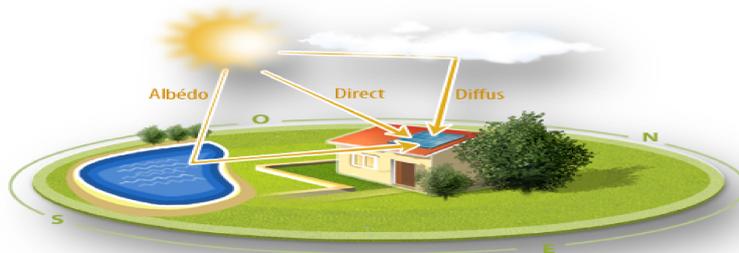


Figure 1-3 : Les trois différents types de rayonnement solaire [8]

1.3.3 Spectre solaire

L'énergie associée à ce rayonnement solaire se décompose approximativement ainsi :

- 9% dans la bande des ultraviolets (<0,4μm).
- 47% dans la bande visible (0,4 à 0,8μm).
- 44% dans la bande des infrarouges (>0,8μm).

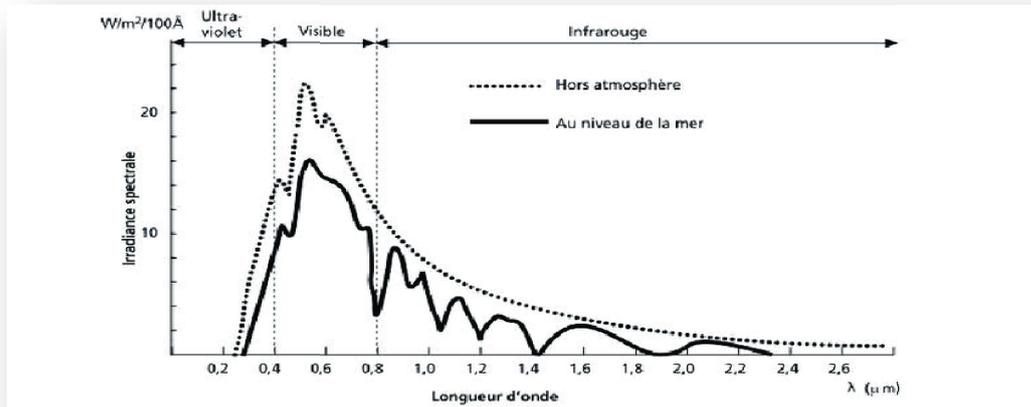


Figure 1-4: Spectre de rayonnement solaire [9].

1.4 Gisement solaire

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 [10].

1.4.1 Potentiel solaire mondiale

Chaque jour, le soleil offre théoriquement 10'000 fois plus d'énergie que le monde n'en consomme durant la même période.

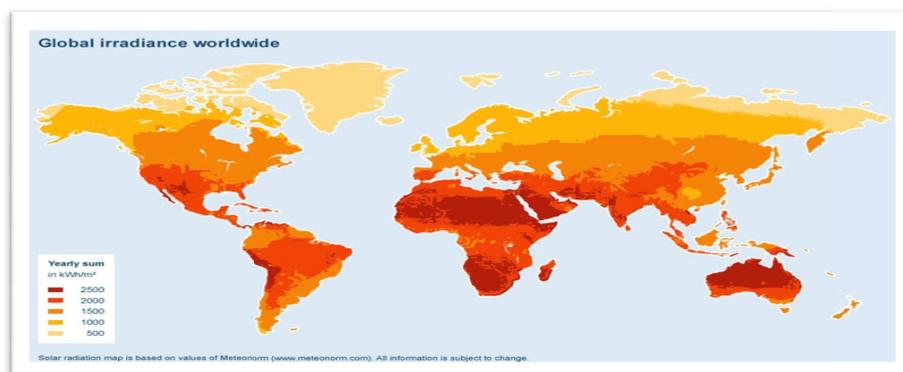


Figure 1-5 : l'irradiation solaire annuelle mondiale [11]

1.4.2 Potentiel solaire en Algérie

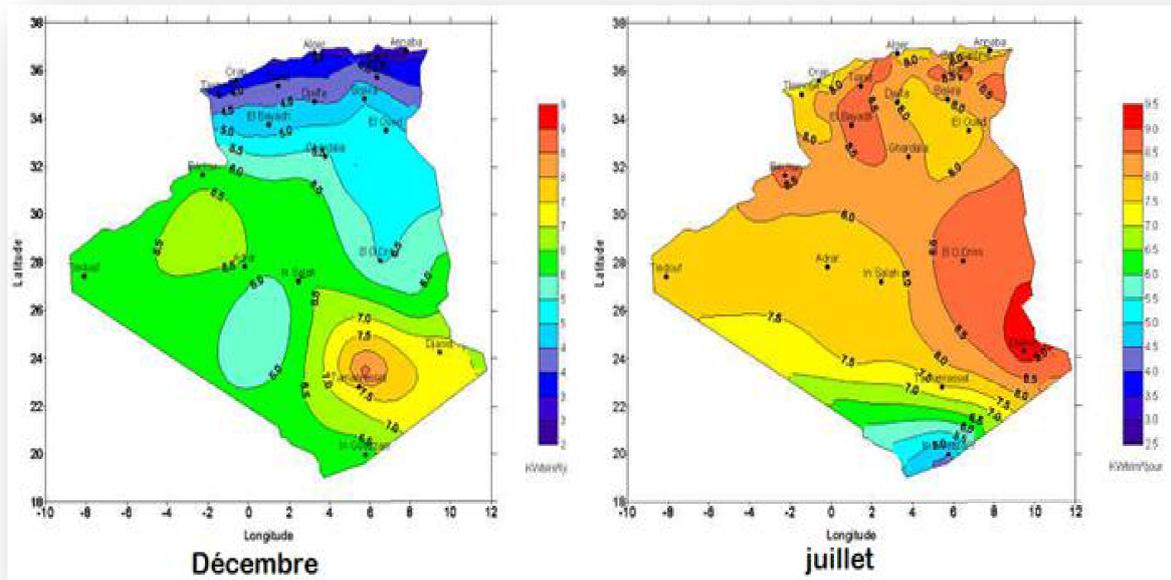


Figure 1-6: gisements solaires en Algérie [12]

De part sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les **2000** heures annuellement et atteint les **3900** heures (Hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de **1 m²** est de l'ordre de **5 kWh** sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 kWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au sud du pays [13].

La région d'Adrar est particulièrement ensoleillée et présente le plus grand potentiel de toute l'Algérie [11].

Une évaluation par satellite, l'Agence spatiale allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie possède le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen.

1.5 Energie solaire.

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le soleil sous forme de rayonnements électromagnétiques, Il existe de types de l'énergie solaire.

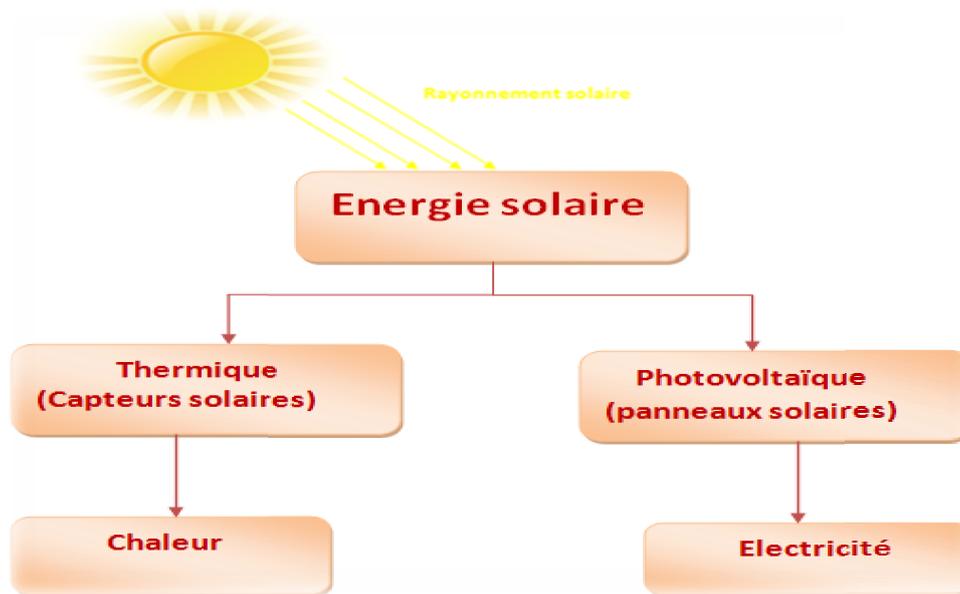


Figure 1-7: Types d'énergie solaire

1.6 Energie Photovoltaïque

1.6.1 Générateur photovoltaïque GPV :

Un générateur photovoltaïque est un système complet permet d'assure la production de l'énergie électrique a fin du satisfaire le besoin énergétique pour un certain nombre d'applications domestiques ou industrielles. Les cellules photovoltaïque produit une puissance de quelque watt avec une tension faible, le regroupement de plusieurs cellules en série et / ou en parallèle donne un panneau solaire photovoltaïque.

Un générateur photovoltaïque (**GPV**) est une combinaison d'un ou de plusieurs modules **PV** ou panneau en série et / ou en parallèle a fin d'obtenir des caractéristiques électriques désirés par exemple la puissance, le courant et la tension.

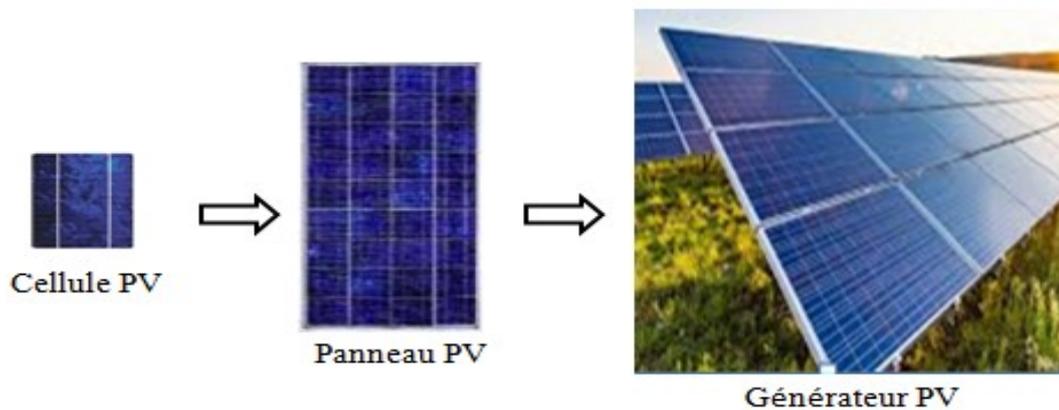


Figure 1-8: De la cellule au champ photovoltaïque.

1.6.2 La cellule photovoltaïque :

1. Définition et principe de fonctionnement :

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui est la base de la production l'énergie électrique à partir du rayonnement solaire. Lors fonctionnement est relié de façon directe à la nature de matériaux constitué. Une cellule photovoltaïque est constitué de deux couche de silicium, une dopée P(charge positive) et l'autre dopée N (charge négative) la somme de c'est deux donne une jonction PN avec une barrière de potentiel. Lorsque le semi-conducteur absorbe des photons elle va Convertie de l'énergie du photon en énergie électrique, ce qui correspond à la création du courant continue.

La cellule PV produit une tension qui varier entre **0.3V à 0.7V**.

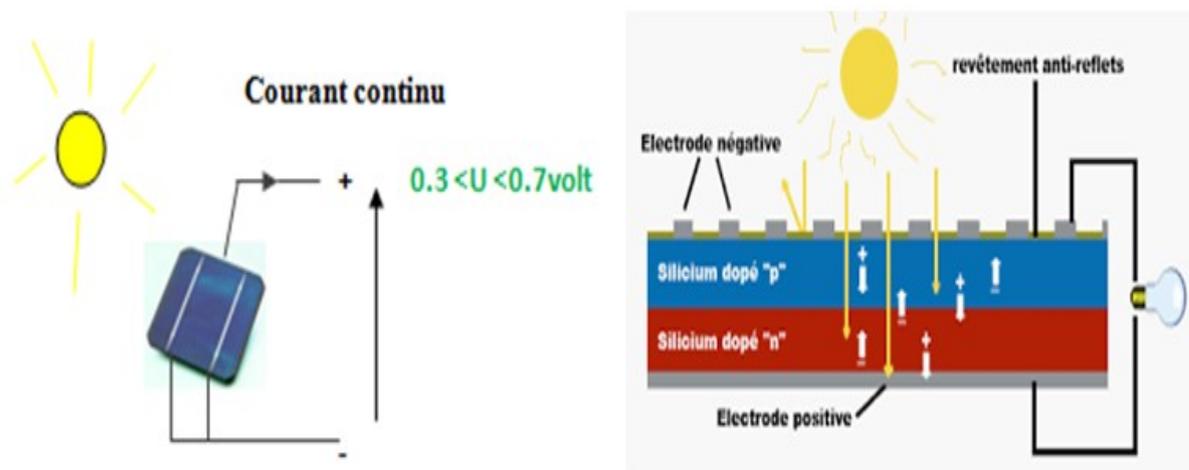


Figure 1-9: Schéma d'une cellule photovoltaïque et principe de fonctionnement.

L'effet photovoltaïque c'est la transformation directe d'une partie l'énergie lumineuse (Photons) des rayons solaires en en énergie électrique par le biais des cellules photovoltaïque lorsque sa surface est exposée à la lumière, elle aussi connue sous le nom de photopile [15].

2. Modèle d'une cellule photovoltaïque :

Ce modèle représente la cellule solaire comme source de courant qui modélise la conversion de l'UX lumineux en énergie électrique. La résistance montée en série représente la résistance de contact et de connexion, une autre résistance en parallèle dite la résistance shunt représente le courant de fuite. Une diode en parallèle qui modélise la jonction PN [16].

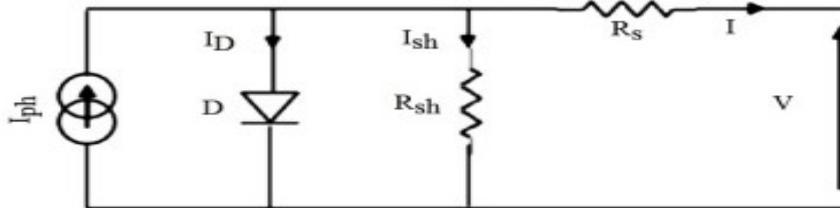


Figure 1-10: Modèle équivalent d'une cellule PV

Les résistances R_s et R_{sh} permettent de tenir en compte des pertes liées aux défauts de fabrication R_s représente les diverses résistances de contact et de connexion tandis que R_{sh} caractérise les courants de fuite dus à diode et aux effets de bord de la jonction [16].

3. Paramètre des cellules photovoltaïques

a. Courant de court-circuit I_{cc}

Lorsque en court –circuit un générateur PV, la tension de sortie devient nulle ($V=0$) et le courant de court-circuit est considère égale à la photo courant I_{ph} [17] [18].

$$I_{cc} = I_{ph} \quad (1.4)$$

b. Tension à circuit ouvert V_{co}

C'est la tension pour laquelle le courant débité par le générateur photovoltaïque est nul (c'est la tension maximale d'une photopile ou d'un générateur photovoltaïque) [17] [18].

$$V_{co} = VT. \ln \left(\frac{I_{Ph}}{I_{sat}} + 1 \right) \quad (1.5)$$

Avec :

V_{co} : Tension de circuit ouvert (V)

T : Période (s)

I_{sat} : Courant de saturation (A)

I_{ph} : Photo-courant (A)

c. Facteur de forme ff :

Le facteur de forme représente le rapport entre la puissance maximale P_{max} fournie par le générateur et la puissance optimale. C'est la mesure de la qualité d'un générateur (ou Cellule), il est défini par la relation [19] :

$$ff = \frac{P_{max}}{I_{cc} \cdot V_{co}} = \frac{I_{opt} \cdot V_{opt}}{I_{cc} \cdot V_{co}} \quad (1.6)$$

Avec :

V_{opt} : Tension optimal (V).

I_{opt} : Courant optimal (A).

1.6.3 Déférénts types des panneaux solaires :

Il existe plusieurs types des panneaux photovoltaïques. Chaque type de panneau est caractérisé par son rendement et son coût. Parmi ces types de panneau on peut citer :

- **Monocristallines** : les cellules Ce type de panneau est construite a partie d'un silicium cristallisé à un seul cristal qui donne une couleur uniforme avec meilleur rendement et coût de fabrication élevé.
- **Poly cristallines** : Les cellules poly cristallines sont fabriqué à partir d'un bloc de silicium cristallisé sous forme de cristaux multiples, on peut donc différencier les cristaux. Leur rendement est bon et Coût de fabrication moins élevé par rapport ou le Monocristalline.
- **Amorphes** : Ce type de panneau peut fonctionner avec un faible éclairage Elles ne nécessitent que de très faibles épaisseurs de silicium et ont un coût peu élevé avec meilleur rendement par rapport aux panneaux solaires monocristallines et poly cristallines .le tableau suivant représenté les rendements des déférant panneaux.

Tableau 1-1: Déférénts types des panneaux solaires.

Type	Rendement	Durée de vie
Monocristallines	de 14 à 20%(jusqu'à 24% dans laboratoire)	30 ans
Poly cristallines	de 11 à 15%(jusqu'à 19.8% dans laboratoire)	30 ans
Amorphes	5% à 9%.	20 ans



Figure 1-11 : Déférents types des panneaux solaires.

1.6.4 Effet des variations climatiques sur module PV :

1 Variation du rayonnement :

La variation du rayonnement (l'ensoleillement) solaire provoque une variation du courant proportionnelle à cette dernière et une variation de la tension relativement faible. En effet, le courant de court-circuit est une fonction linéaire de l'éclairement a lors que la tension de circuit ouvert est une fonction logarithmique [20].

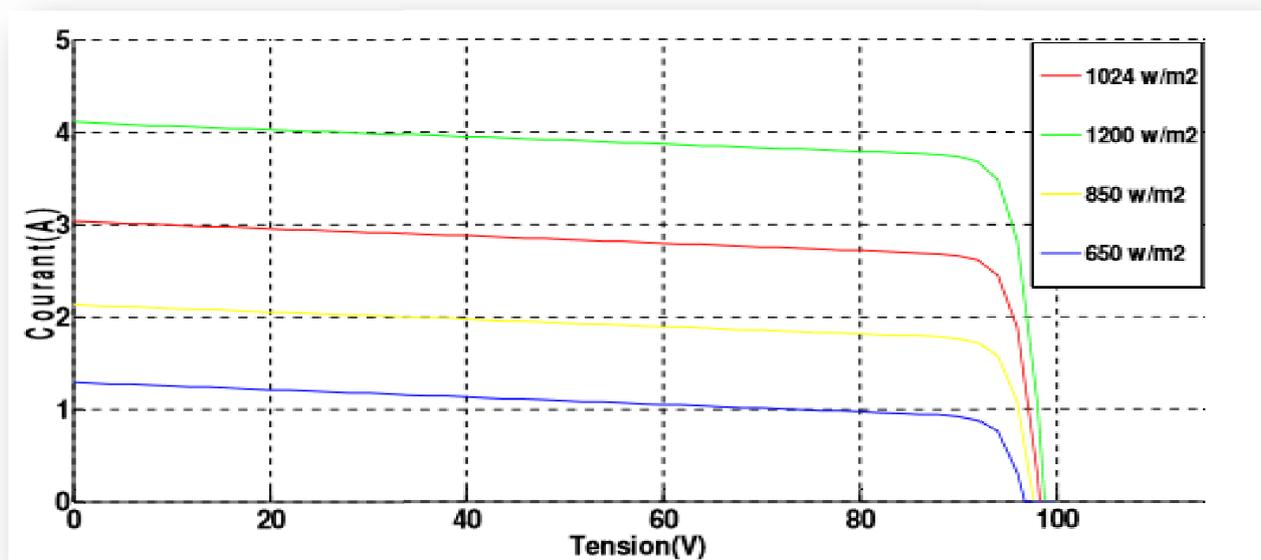


Figure 1-12 : Caractéristique I(V) pour déférents éclairement [21].

L'augmentation du rayonnement entraîne aussi une augmentation de puissance

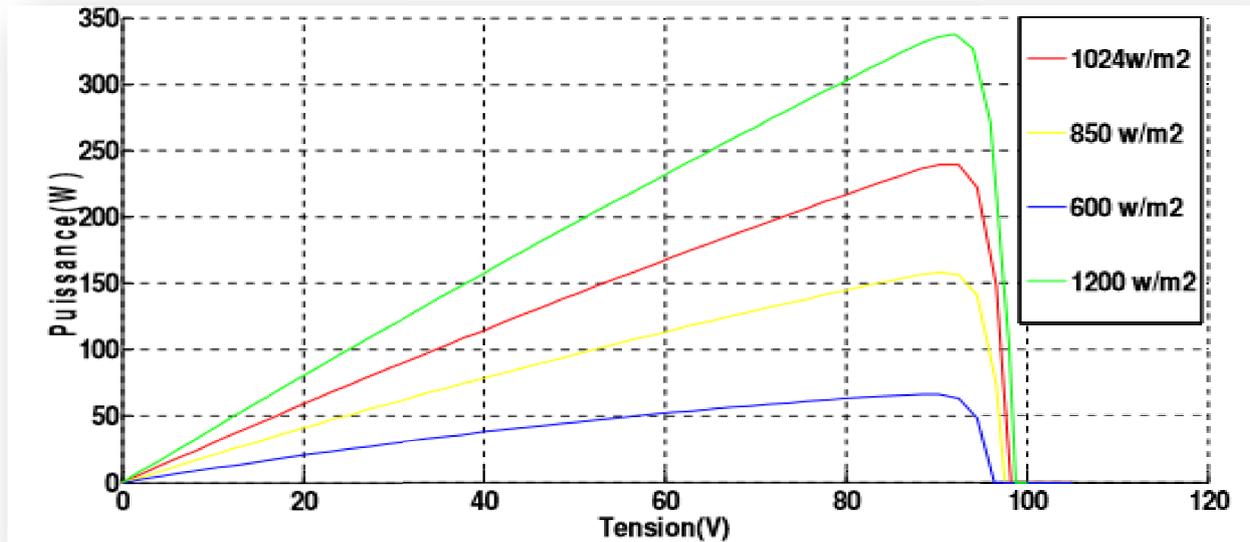


Figure 1-13 : Caractéristique P(V) pour différents éclairements [21].

2 Variation de la température :

La variation de la température elle est un grande influence sur la tension du circuit ouvert qui diminue proportionnellement à l'augmentation de la température par conséquent la puissance diminue.

le courant de court-circuit puisqu'il varie légèrement donc elle ne influence pas bien coup par la variation la température.

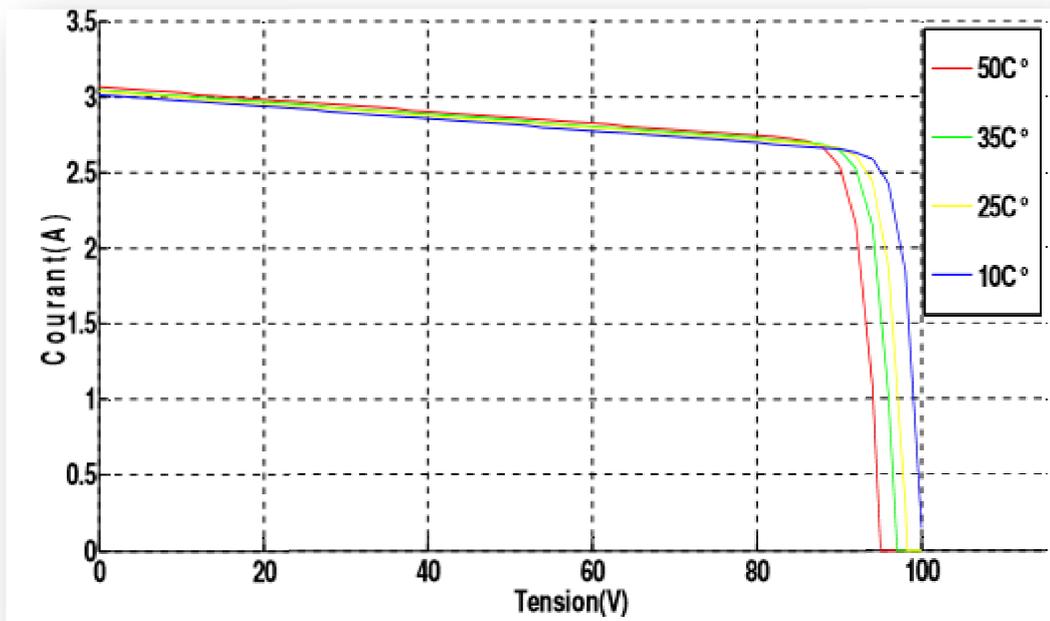


Figure 1-14: Caractéristique I(V) pour différentes températures [21].

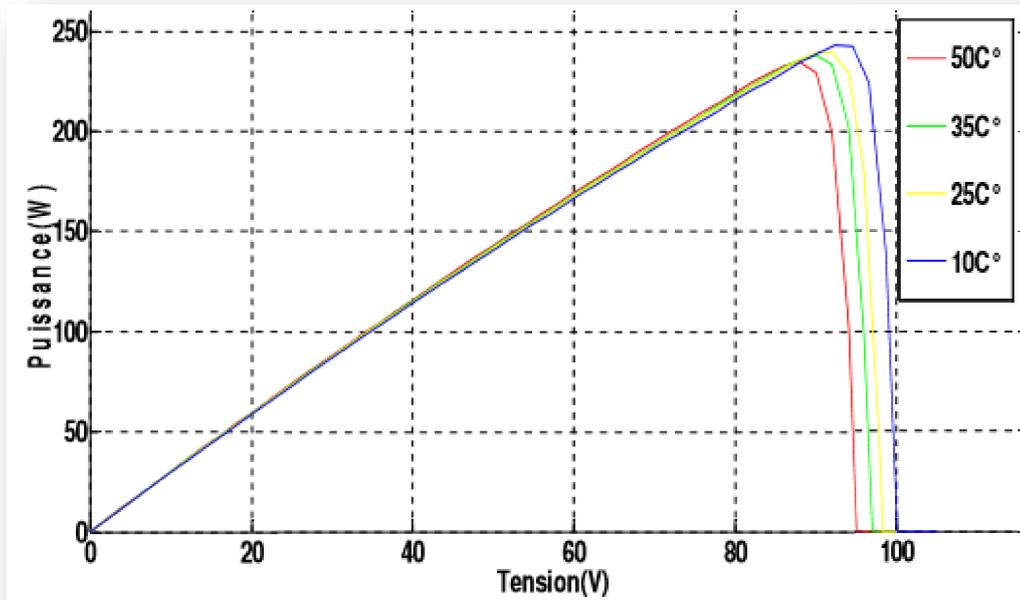


Figure 1-15 : Caractéristique P(V) pour différents températures [21].

1.6.5 Association des cellules :

La cellule photovoltaïque produit une faible tension à ces bornes, inférieure au volt, ce qui n'est pas suffisant pour la plupart des applications. Le regroupe de c'est cellule donne plus de tension et de puissance.

a. Association en série :

Ce groupement en série des cellules permet de d'additionner la tension de toutes les cellules et le courant reste constant (le même que celui d'une seule cellule).

$$V'_{co} = N_s \times V_{co} \quad \text{ET} \quad I'_{cc} = I_{cc} \quad (1.7)$$

Exemple :

Association des trois cellules en série donne

$$V'_{co} = 3 \times V_{co} \quad \text{et} \quad I'_{cc} = I_{cc}$$

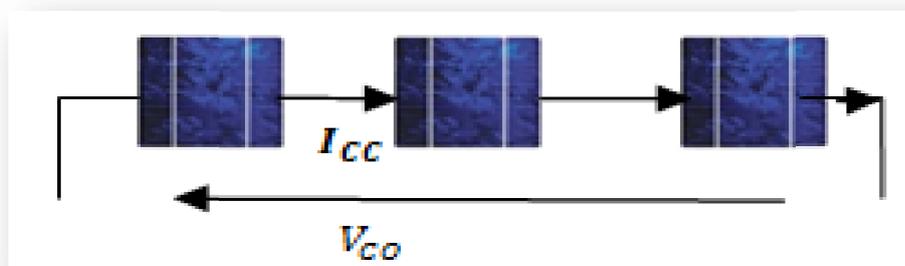


Figure 1-16: montre le groupement en série des cellules identiques.

L'association des cellules en série donne la caractéristique suivant :

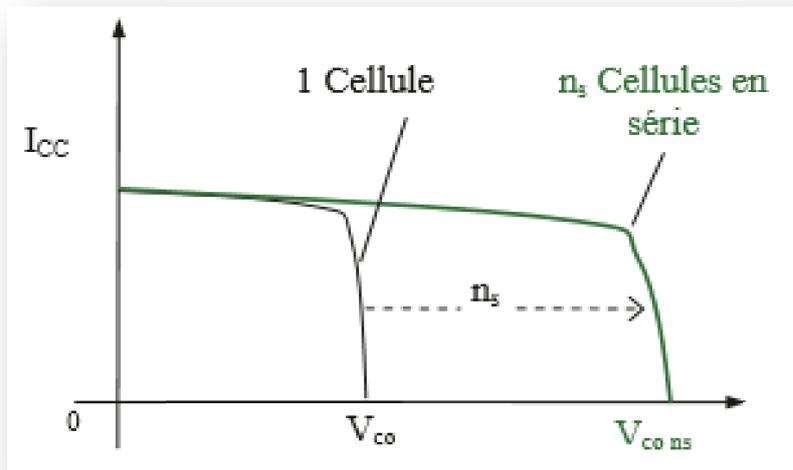


Figure 1-17: Caractéristique groupement en série des cellules identiques [22]

b. Association en parallèle

Ce groupement en parallèle permet de d'additionner les courant des cellules et la tension reste constant.

$$I'_{cc} = N_p \times I_{cc} \quad \text{ET} \quad V'_{co} = V_{co} \quad (1.8)$$

Exemple :

Association des trois cellules en parallèle donne

$$I'_{cc} = 3 \times I_{cc} \quad \text{ET} \quad V'_{co} = V_{co}$$

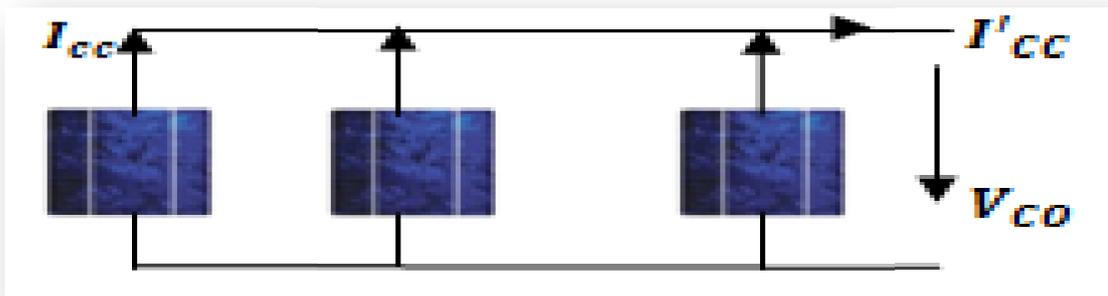


Figure 1-18: montre le groupement en parallèle des cellules identique.

L'association des cellules en parallèle donne la caractéristique suivant :

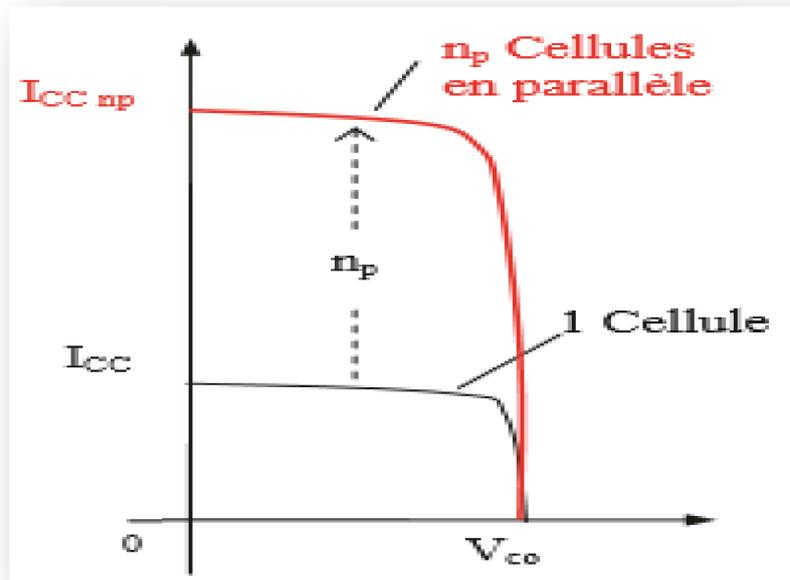


Figure 1-19: Caractéristique d'un groupement en parallèle des cellules identiques [22].

c. Association hybride (série/parallèle) :

Selon l'association en série et/ou parallèle de ces cellules, les valeurs du courant de court-circuit total et de la tension à vide totale sont données par les relations [23] :

$$I'_{cc} = N_p \times I_{cc} \quad \text{Et} \quad V'_{co} = N_s \times V_{co} \quad (1.9)$$

Exemple :

Association des trois cellules en série/parallèle donne

$$I'_{cc} = 3 \times I_{cc} \quad \text{et} \quad V'_{co} = 3 \times V_{co}$$

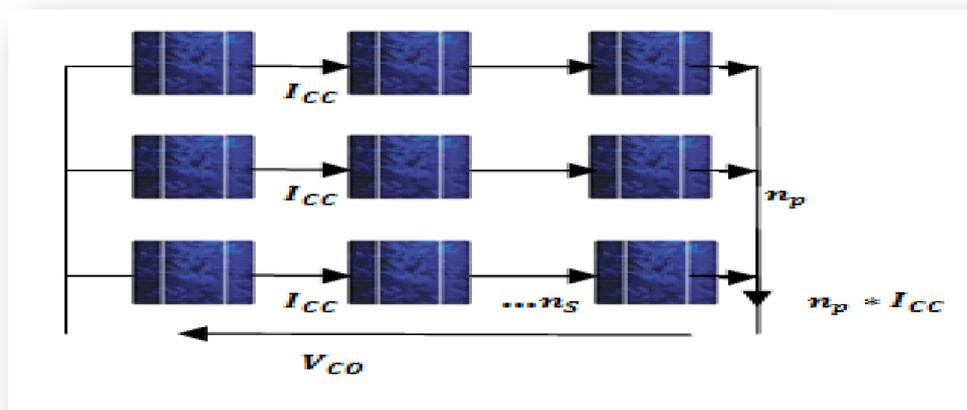


Figure 1-20: montre le groupement hybride des cellules identiques.

L'association des cellules en hybride donne la caractéristique suivant :

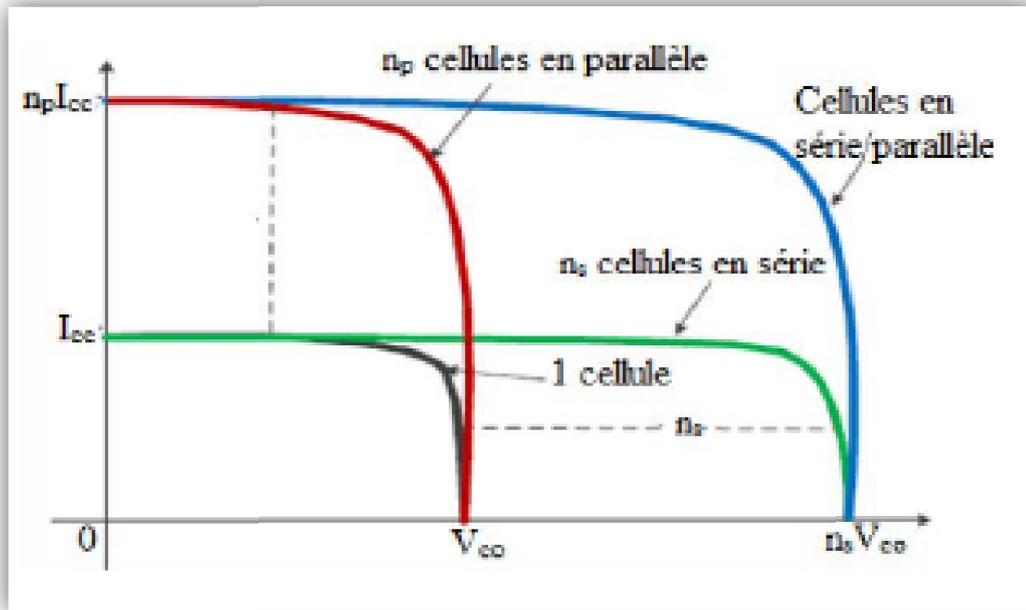


Figure 1-21 : Caractéristique d'un groupement hybride des cellules identiques.

La caractéristique $I(V)$ globale de l'association des cellules en série/parallèle la courbe bleu de la **figure (1-21)** peut varier en fonction de l'éclairement, la température, des effets du vieillissement des cellules et d'ombrage ou l'éclairage hétérogène. De plus, lorsque une cellule mise en série occultée ou dégradée peut provoquer une forte diminution du courant produit par le module photovoltaïque.

De plus lorsque le courant débité est supérieur au courant produit par une cellule qu'est un faible éclairage, la tension de cellule devient négative (comme un élément récepteur). Celle-ci se retrouve à dissiper une quantité trop importante de puissance électrique qui pourrait aboutir à sa destruction si le défaut persiste trop longtemps. C'est le phénomène dit « point chaud » [16][22][24][25].

Pour éviter ce phénomène dans une installation, on protège les cellules de panneaux photovoltaïques par deux types de diodes :

- **Diode anti retour (blocking diodes)** permet d'éviter l'inversement de sens de courant, c'est une fonction assurée par le régulateur.
- **Diode de dérivation (bypass diodes)**, qui permettent au courant de circuler dans le sens normal.

Ces diodes de dérivation sont placées entre le (+) et le (-) du panneau et ont pour but de permettre l'écoulement du courant dans une installation de panneaux en série lorsqu'un des panneaux est à l'ombre et donc se comporte comme de nombreuses diodes en série, bloquant tout courant. Elles ne sont pas indispensables si les panneaux ne sont pas montés en série [26].

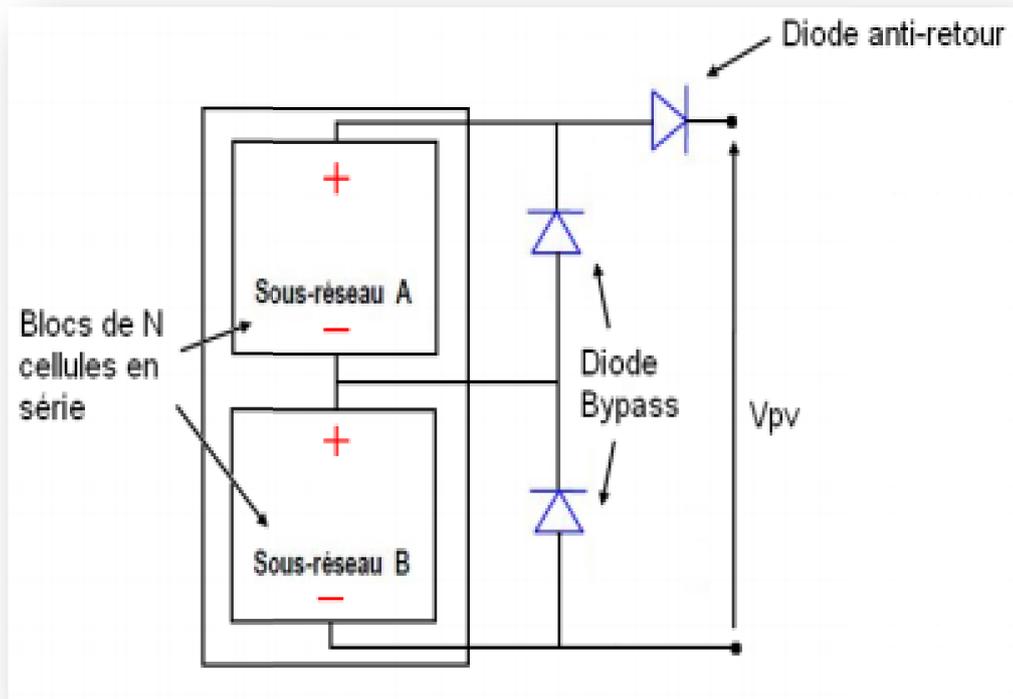


Figure 1-22: Diode panneau solaire [27].

1.6.6 Différents types de système PV :

On peut classier les systèmes PV selon le schéma suivant :

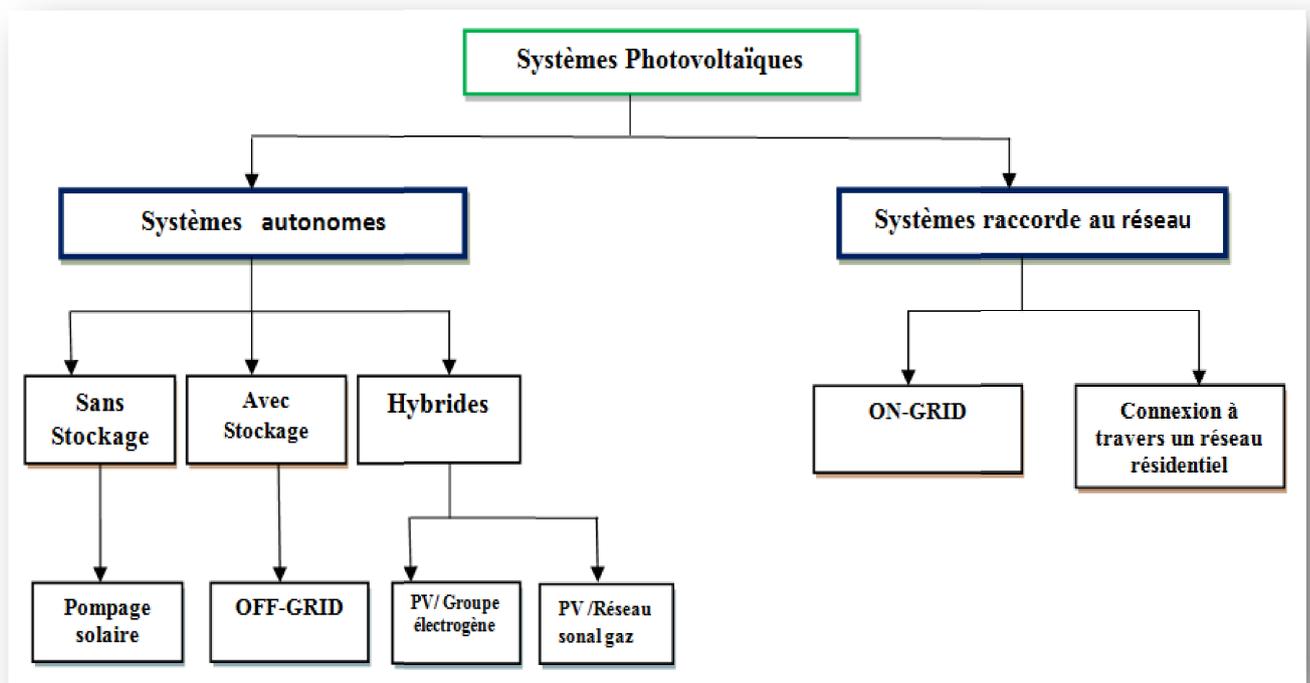


Figure 1-23: Classification des systèmes photovoltaïques.

Tous les systèmes d'énergie solaire fonctionnent selon les mêmes principes de base, les panneaux solaires convertissent d'abord l'énergie solaire en courant continu qui peut être stocké dans une batterie ou converti par un onduleur solaire en courant alternatif qui peut être utilisé pour faire fonctionner des appareils ménagers.

Selon le type de système, l'énergie solaire excédentaire peut également être injectée dans le réseau électrique pour fournir des crédits et réduire davantage les coûts de l'électricité [28], les trois systèmes sont présents comme suivant :

- On-grid (Raccorde au réseau) :

Les systèmes On-grid sont les plus courants et les plus utilisés par les particuliers et les entreprises [27].

Elle ne nécessite pas de stockage de l'énergie électrique, donc pas de batterie qui signifie un prix moins cher, le système on-grid peut est couplé directement au réseau électrique à l'aide d'un onduleur. Ce type de système offre beaucoup de facilité soit pour le producteur ou pour le consommateur puisque c'est le réseau qui est chargé de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité [29].

- Off-Grid (Hors réseau):

Ce système fonctionne 24 h/24 h avec l'énergie solaire sans l'aide d'aucune autre source électrique. Elle nécessite des batteries pour le stockage de l'énergie électrique qui doit être utilise dans la nuit ou dans les jours d'hiver, lorsque l'ensoleillement est moindre. Le coût élevé des batteries mettre le système beaucoup plus chers que les systèmes on-grid donc sont généralement utilise dans les régions isolé et loin du réseau électrique.

- Hybride :

Un système hybride utilise plusieurs type de source d'électricité pour assure la disponibilité de l'énergie électrique. Les systèmes hybrides avec stockage des batteries sont capables d'isoler automatiquement du réseau dans le cas d'une panne et de continuer à fournir un peu d'électricité [28].

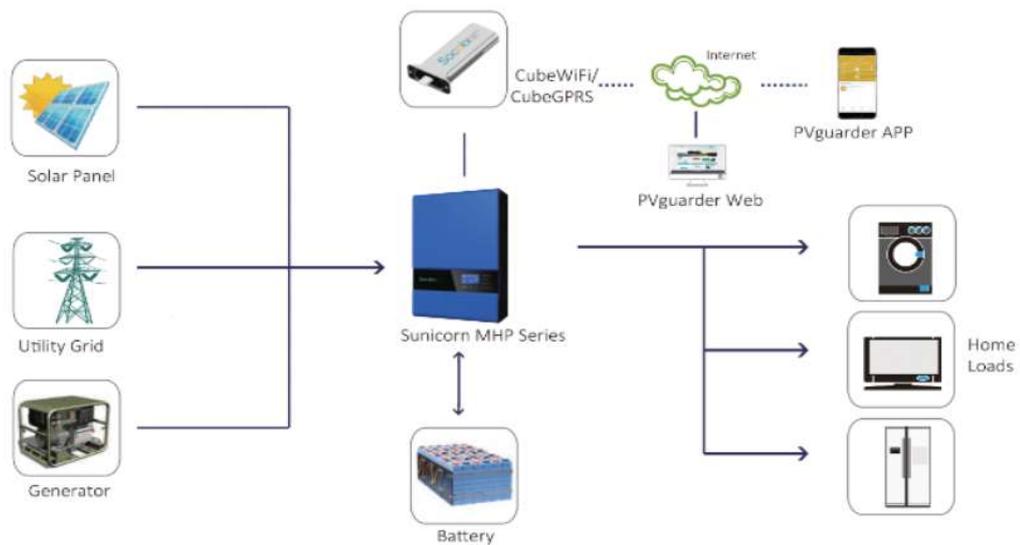


Figure 1-24: Système Hybrid (Avec stockage).

Tableau 1-2: Equipement utilise dans les systèmes photovoltaïques.

Système	Off-grid (Autonome)	On-grid (Raccorde au réseau)	Hybride
Equipement utilise	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux photo-voltaïques. • Régulateur de charge. • Onduleur. • Batterie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux photo-voltaïques. • Onduleur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux photo-voltaïques • Convertisseur. • Batterie.

1.6.7 Equipement d'une installation solaire:

a. Régulateur de charge :

Un régulateur de charge/décharge est un appareil électronique qui relie le panneau photovoltaïque, la batterie, ainsi que les autres équipements de l'électricité solaire.

Son principe de fonctionnement est de contrôler l'état de la batterie et de la protéger contre la surcharge profonde et la décharge profonde (c'est une anti-surcharge et anti-décharge profonde), donc elle permet de prolonger la durée de vie de la batterie qui est le seul composant fragile du générateur photovoltaïque. Un régulateur de charge permet aussi des sécurités internes d'autoprotection et de protection du système photovoltaïque, d'une sonde de température intégrée et d'une diode série anti-courants inverses. Ils n'utilisent plus de relais mécaniques [30].

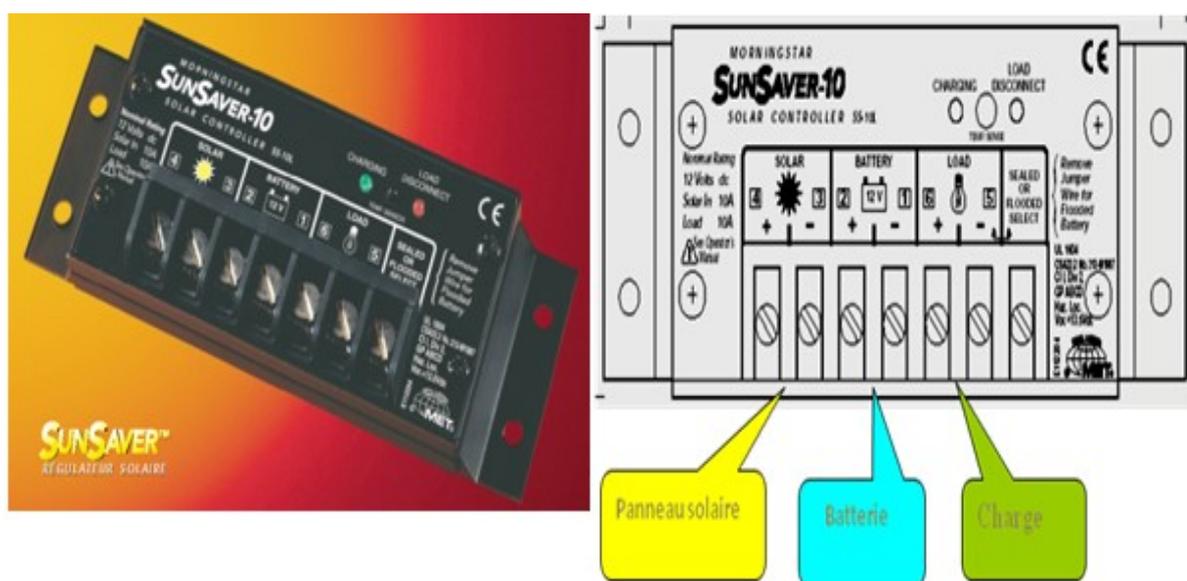


Figure 1-25: Régulateur de charge [30].

b. Onduleur :

Un onduleur est un convertisseur continu alternatif (**DC/AC**) qui permet de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque issue d'un panneau solaire en courant alternatif avec une assurance que le courant produit répond exactement aux normes fixées par le gestionnaire du réseau (voltage, fréquence, émission d'harmoniques, etc...) qui peut ensuite être réinjecté sur le réseau de distribution électrique, il assure aussi la sécurité du système entier par une protection de découplage.

Dans sa conversion, l'onduleur cherche à chaque instant le point maximal de fonction (**MPP**) en fonction des caractéristiques **I/U** du champ photovoltaïque.

L'onduleur est placé généralement soit entre le champ **PV** et la charge si on a un système connecté au réseau électrique sans stockage, soit entre la batterie et la charge si on a un système avec stockage. Généralement on utilise l'onduleur en trois modes [31] :

- **Mode Off grid (hors réseau)** qui donne la possibilité de coupler à un groupe électrogène, l'onduleur est alors connecté obligatoirement sur un parc batterie.
- **Mode On grid (lié au réseau)** avec possibilité de vendre l'énergie ou l'excédent d'énergie.
- **Mode Hybride ils fonctionnent** donc sur parc batterie mais aussi lié au réseau. Cette double fonctionnalité permet une meilleure gestion de l'énergie (smart grid).

L'onduleur solaire se présente sous la forme d'un boîtier métallique muni d'un radiateur ou d'un ventilateur. Il est généralement placé le plus près possible des modules photovoltaïques pour réduire les pertes d'électricité. Il peut faire un léger bruit de ronronnement, et son champ électromagnétique est très faible, inférieur à celui d'une plaque à induction.

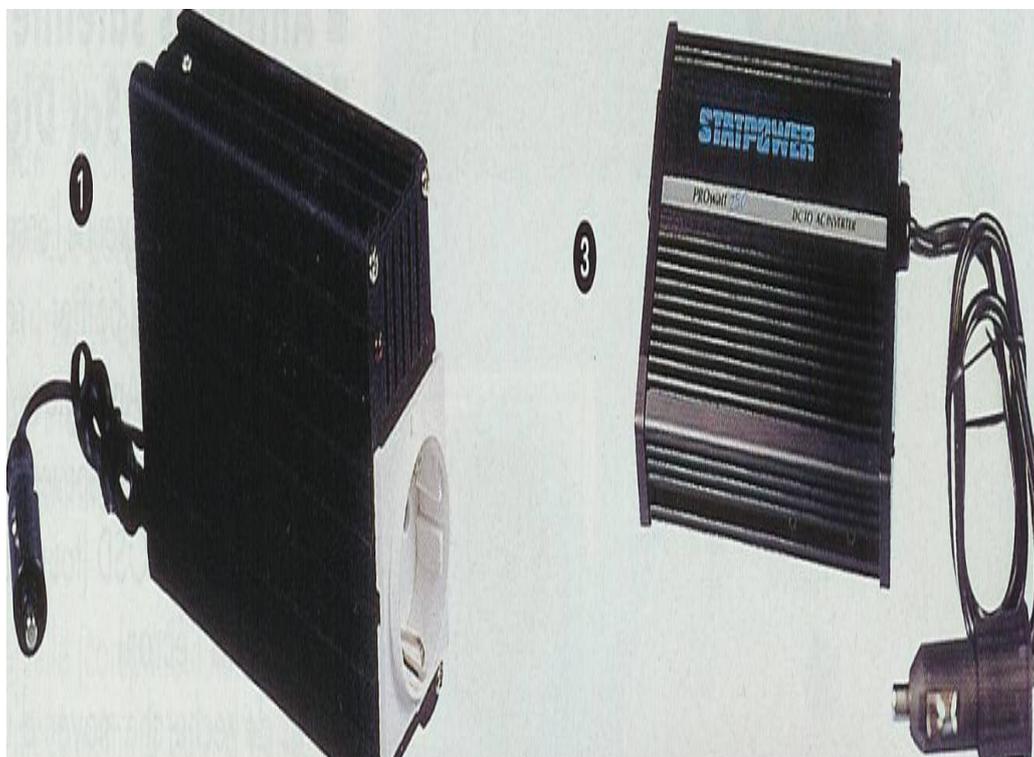


Figure 1-26: Onduleur OFF GRID.

- **Critères de choix d'un onduleur solaire [32]:**

Les critères indispensables sont :

- Puissance électrique.
- Tension d'entrée.
- Tension de sortie.
- Forme d'onde.

Les critères optionnels sont généralement :

- Puissance de pic.
- Plage de tension d'entrée.
- Protection contre le court-circuit.
- Protection contre la surcharge.
- Protection contre la baisse tension d'entrée.
- Protection contre la température élevée.
- Incorporation d'un régulateur de charge (pompage photovoltaïque).

- **Commande MPPT :**

La commande MPPT (Maximum power point tracker en anglais ou la recherche du point de puissance maximum en français) c'est une commande permet de chercher le point de fonctionnement optimal du module photovoltaïque dans les conditions météorologiques variables (température et l'éclairement). Ceci est basé sur la variation automatique du rapport cyclique α du signal qui commande le convertisseur d'énergie, à une valeur adéquate de manière à maximiser la puissance à la sortie du module [31][32][33].Le tableau suivant représente Tableau comparatif entre les commandes MPPT

Tableau 1-3: Tableau comparatif entre les commandes MPPT [34][35]

MPPT	Rendement	Avantages	Inconvénients
Perturbation et Observation (P&O)	81.5%-96.5%	<p>Une structure simple.</p> <p>Implémentation facile.</p> <p>Peu de paramètres de mesure.</p>	<p>Présente des oscillations autour du MPP.</p> <p>Perte occasionnelle de la recherche du MPP lors du changement rapide des conditions climatiques.</p>
Incrément de Conductance (IncCond)	89.9%-98.2%	<p>Il n'y a pas de pertes par rapport au MPP.</p> <p>Ne présente pas de risques de divergence par rapport au MPP.</p>	<p>Le temps d'exécution de l'algorithme est plus long car il est plus complexe</p>
Escalade de la Colline (Hill Climbing)	95.5%-99.1%	<p>Simple à mettre en œuvre</p>	<p>Des oscillations autour du MPP en régime établi.</p> <p>Perte occasionnelle de la recherche du MPP lors du changement rapide des conditions climatiques</p>

c. Batterie solaire :

L'énergie produite par un générateur photovoltaïque ou par le groupe électrogène stocke dans les batteries solaires pour assurer l'alimentation des récepteurs en toutes circonstances (jour ou nuit, ciel dégagé ou couvert).

Les batteries ont une durée de vie et un nombre de cycles prédéterminés à l'avance par le climat (température ambiante) et par le type d'utilisation que l'on va en faire (profondeur de décharge).

Le coût de l'investissement et le coût induit par leur durée de vie, vont dépendre de leur qualité de fabrication et du type de technologie [36].

Pour quel que soit le type de fabrication de batteries, elle est caractérisées par deux grandeurs communes qui sont :

- **La capacité électrique** se mesure dans la pratique par référence au temps de charge/décharge, en Ah (ampère-heure) ou mAh (milliampère-heure), mais l'unité officielle (SI) est le coulomb.

$$1 \text{ Ah} = 1\,000 \text{ mAh} = 3\,600 \text{ C.}$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ Ah}/3600 = 0,278 \text{ mAh.}$$

- **L'énergie stockée** se mesure usuellement en Wh (watt-heure mais l'unité officielle (SI) est le joule).

$$1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ.}$$

$$1 \text{ J} = 0,278 \text{ mWh.}$$

Une batterie ne doit jamais être laissée dans un état de décharge profond pendant une longue période car une risque une détérioration rapide de sa capacité de stockage.



Figure 1-27: La batterie étanche AGM [37].

❖ Raccordement de batterie

Les batteries sont câblées soit en série soit en parallèle :

- Branchement "série" permet d'additionner les tensions en Volt (**V**).
- Branchement "parallèle" permet d'additionner les capacités en (**Ah**).

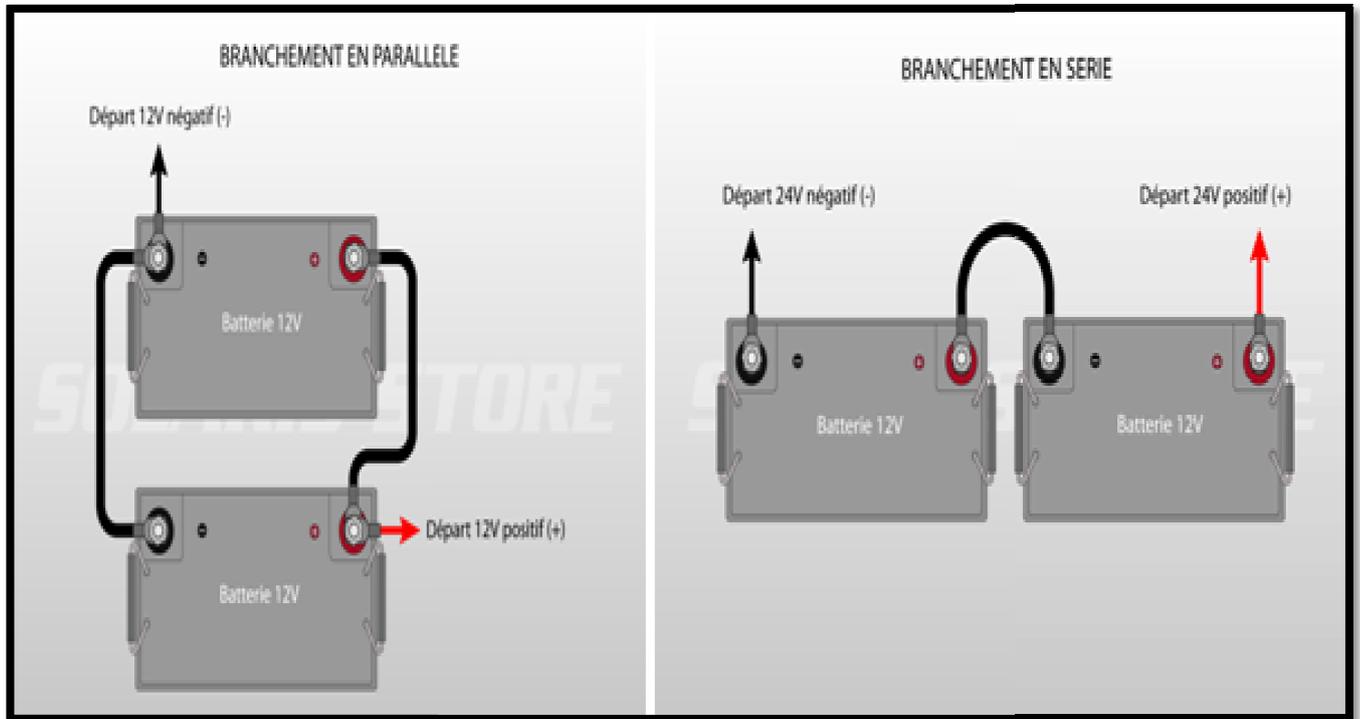


Figure 1-28: Branchement série et parallèle des batteries [38].

1.6.8 Méthode de dimensionnement PV :

➤ L'estimation des besoins journaliers de l'utilisateur en électricité

Consommations journalières E_j : elle dépend de la puissance des appareils et de leur durée d'utilisation. Elle est exprimée en Wh/j ou en kWh/j. C'est le produit de la puissance par le temps.

$$E_j = P \times t \quad (1.10)$$

E_j : Consommations journalières (Wh/J ou kWh/j)

P : Puissance des équipements (W ou kW)

t : Temps de fonctionnement journalier (h/J)

➤ Estimation du champ photovoltaïque

La puissance crête des panneaux dépend des consommations, du gisement solaire et d'un coefficient de pertes au niveau des panneaux. La puissance s'exprime en Wc.

$$P_{c=} (E_j \times 1000) / (I_r \times 0.6) \quad (1.11)$$

Avec :

E_j : Consommations journalières (Wh/j ou kWh/j)

I_r : Irradiation (Wh/m²/j ou kWh/m²/j)

P_c : Puissance crête des panneaux solaires théorique (Wc)

0,6 : coefficient de pertes

I_r = 5 kWh/m²/j.

➤ Estimation de la capacité de stockage de la batterie

Elle dépend des consommations journalières, du nombre de jours d'autonomie, de la tension et du type de batterie utilisé. Elle s'exprime en Ah.

$$C = (N_j \times E_j) / (D_p \times V) \quad (1.12)$$

Avec :

E_j : Consommations journalières (Wh/j ou kWh/j)

C : Capacité de la batterie (Ah)

V : Tension de la batterie (V)

D_p : Coefficient de décharge profonde

0,8 pour les batteries solaires

0,6 pour la batterie standard

0,5 pour la batterie de voitures

N_j : Nombre de jours d'autonomie (j)

5 jours pour les sites ensoleillés (Afrique)

7 à 10 jours pour les sites tempérés (Europe du Sud et France)

15 à 20 jours pour les sites plus défavorables (Europe du Nord)

1.6.9 Les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque

♦ Les avantages de l'énergie photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque offre de multiples avantages [39] :

- source d'énergie gratuite est propre.
- Les systèmes photovoltaïques sont extrêmement fiables.
- L'énergie photovoltaïque est particulièrement attractive pour les sites urbains, dus à leur petite taille, et leur opération silencieuse.
- La lumière du soleil étant disponible partout, l'énergie photovoltaïque est exploitable aussi bien en montagne dans un village isolé que dans le centre d'une grande ville.
- L'électricité photovoltaïque est produite au plus près de son lieu de consommation, de manière décentralisée, directement chez l'utilisateur.
- Les matériaux employés (verre, aluminium) résistent aux pires conditions climatiques (notamment à la grêle).
- La durée de vie des panneaux photovoltaïques est très longue. Certains producteurs garantissent les panneaux solaires pour une durée de **25** ans.

♦ Les inconvénients de l'énergie photovoltaïque :

- Production d'énergie qui dépend de l'ensoleillement, toujours variable. .
- Faible rendement de conversion.
- Le besoin des batteries pour stocker l'énergie électrique produit qui est augmente le coût de l'installation.
- Pollution à la fabrication des panneaux photovoltaïques.

1.7 Etude d'un chauffe eau solaire

Un chauffe-eau solaire est un dispositif de captation de l'énergie solaire destiné pour fournir partiellement ou totalement de l'eau chaude sanitaire (ECS).

Un chauffe-eau solaire individuel (CESI) permet de capter l'énergie solaire pour fournir de l'eau chaude et cela pour divers usages, il se compose principalement de capteurs solaires thermiques et d'un ballon de stockage [40].

1.7.1 Différents types de chauffe-eaux solaires individuels :

L'énergie captée par le collecteur solaire et transformée en chaleur est cédée au fluide caloporteur puis transférée vers un réservoir de stockage.

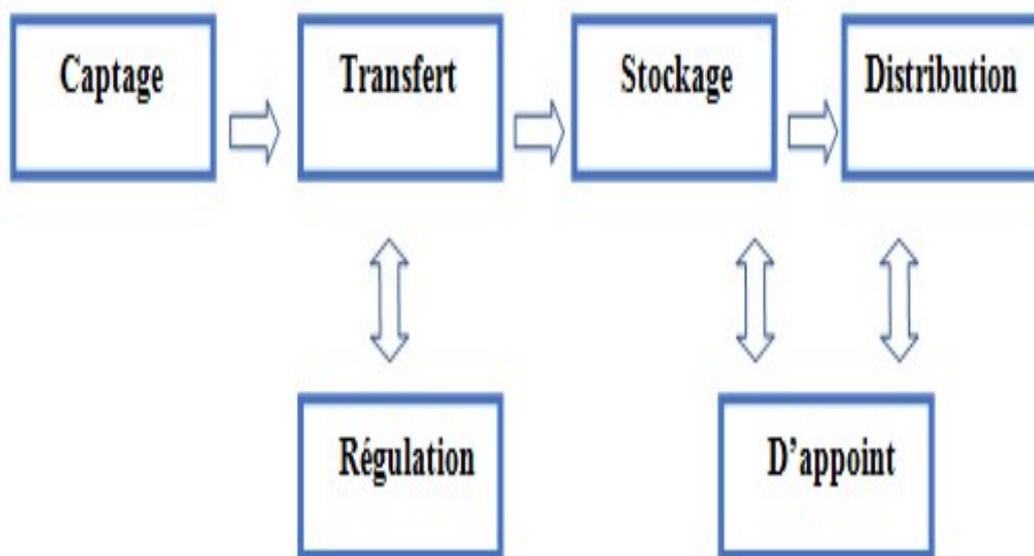
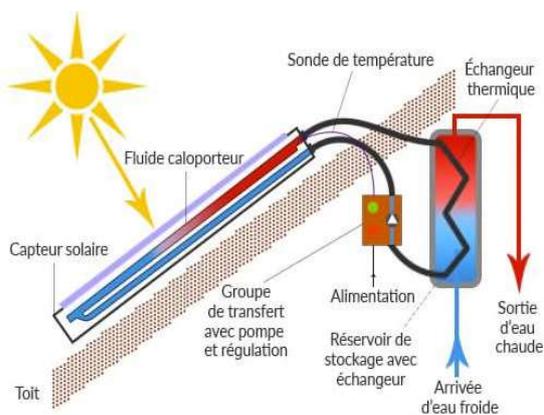
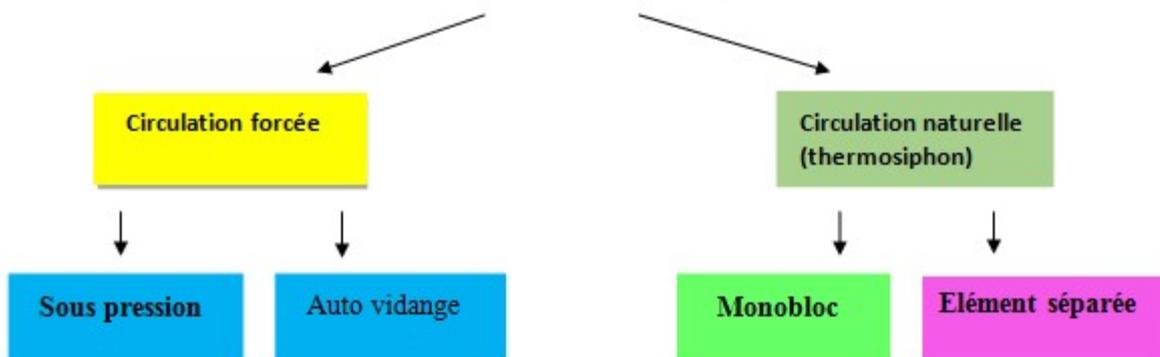
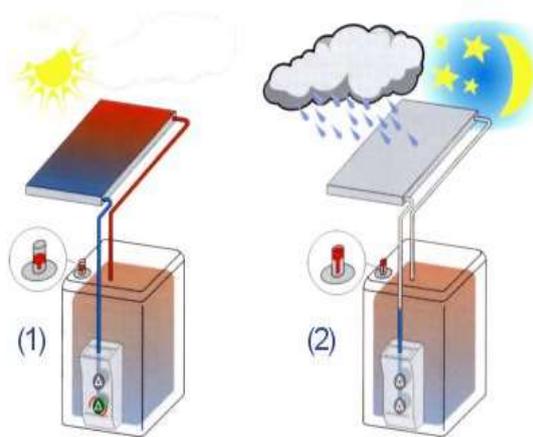


Figure 1-29 : Principe générique de la chauffe eau solaire.

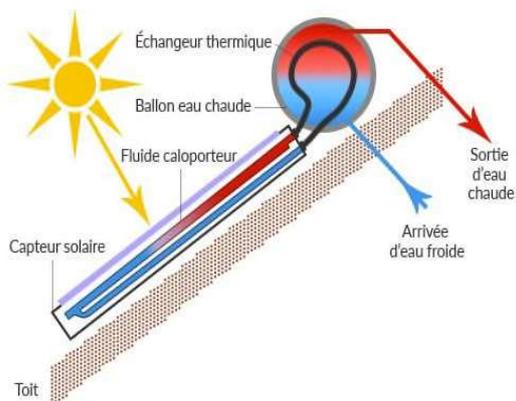
Il existe deux familles de système CESI



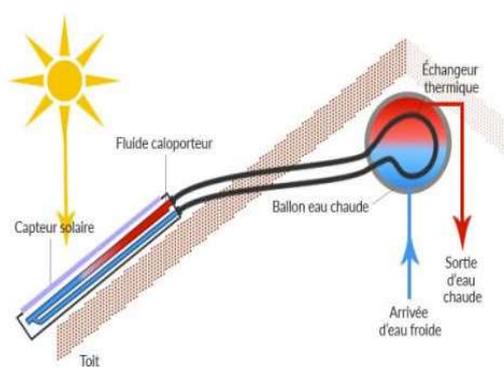
CES à circulation forcée



CES à auto vidange



CESI monobloc



CESI à éléments séparés

❖ **Chauffe-eau à thermosiphon**

Il existe deux types d'installation : **la chauffe eau monobloc** et le **chauffe eau solaire à élément séparés**.

- **CESI thermosiphon monobloc :**

Les capteurs et le ballon sont regroupés et se trouvent à l'extérieur. C'est un système simple et peu coûteux mais il est inadaptés aux conditions du camping. L'eau se refroidirait trop vite. De plus il y a déjà un local à chaufferie prévu pour le ballon

- **CESI thermosiphon à éléments séparés :**

Le ballon est à l'abri, éloigné des capteurs. C'est donc pour ce système que nous avons opté.

❖ **Chauffe-eau solaire à circulation forcée**

Cette catégorie regroupe les chauffe-eau solaires qui font appel à un circulateur pour transférer l'eau chauffée dans le collecteur depuis le capteur solaire vers le ballon de stockage. La disposition relative du ballon et du capteur est totalement libre.

❖ **Chauffe eau à auto vidange**

C'est une autre alternative pour éviter le risque de gel. Elle consiste à vider les panneaux solaires en période de non utilisation. Dans ce cas, le ballon est toujours situé plus bas que les panneaux solaires. Dès que le soleil ne chauffe plus, la circulation entre les panneaux et le ballon s'arrête et le circuit se vidange automatiquement. Dès que l'ensoleillement reprend, la circulation se remet en route.

1.7.2 Fonctionnement d'un système solaire thermique [41] :

a. Fonctionnement d'un chauffe eau solaire à circulation forcée

Un chauffe-eau solaire, ce n'est pas un bloc unique qui produit de l'eau chaude, mais un ensemble d'éléments qui, raccordés, vont permettre au soleil de libérer l'énergie contenue dans sa lumière, et de chauffer l'eau sanitaire.

Il est composé principalement de deux éléments, Le ballon de stockage et le capteur solaire. Auquel sont rajoutés d'autres composants à savoir, une tuyauterie, un groupe de sécurité...etc [42].

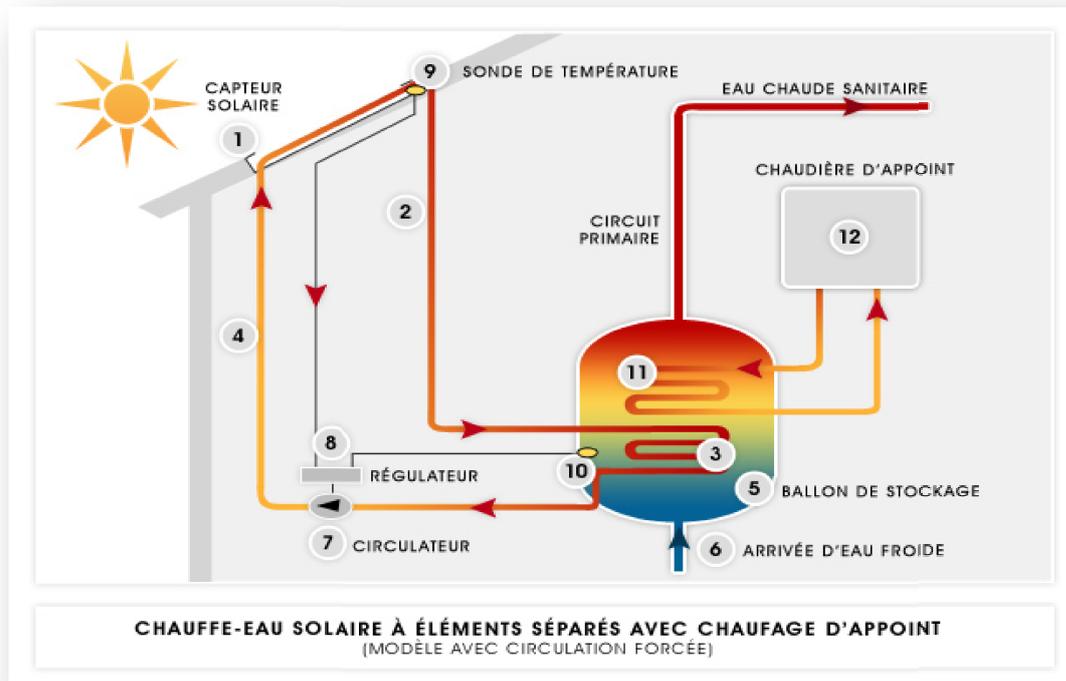


Figure 1-30 : Fonctionnement d'un système thermique solaire à circulation forcée [43]

- **Capteur solaire (1)**

Généralement positionnés sur votre toit, il est composé de deux éléments. L'absorbeur, d'une part, une plaque et des tubes métalliques noirs qui en recevant les rayons du soleil, montent en température, et d'autre part un coffre, rigide et isolé, qui entoure l'absorbeur. Celui-ci a pour but d'isoler thermiquement l'absorbeur tout en laissant passer, sur sa partie supérieure, le rayonnement solaire grâce à une partie vitrée. Une fois le rayonnement entré, ce coffre a pour but de retenir la chaleur afin de chauffer le liquide passant dans l'absorbeur.

- **Transport de la chaleur (2)**

C'est le rôle du circuit primaire (2), contenant un fluide caloporteur (qui transporte de l'énergie) antigel. Le circuit primaire est un circuit fermé, qui ne se mélange pas avec l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) produite. Ce fluide chaud, se dirige vers le ballon de stockage (5) afin de restituer sa chaleur à l'eau froide. Le liquide caloporteur contenu dans les tuyaux du circuit primaire, restitue sa chaleur à l'eau froide qui remplit le ballon de stockage. Le fluide passe au travers d'un échangeur thermique (3) placé au centre du ballon, dans l'eau froide. Celui-ci va dissiper la chaleur qu'il contient afin de réchauffer l'eau froide.

- **Restitution de la chaleur(3)**

Grâce un échangeur thermique (serpentin), le fluide va restituer la chaleur à l'eau froide qui arrive dans le ballon, pour ensuite repartir vers le capteur grâce au circulateur (7) où il remontera en température (4).

- **Stockage de l'eau (5)**

Le ballon solaire est une cuve métallique isolée, dans laquelle est stockée votre réserve d'eau chaude sanitaire. Quand vous utilisez de l'eau chaude, de l'eau froide est injectée dans le ballon (6). Elle se réchauffera au contact de l'échangeur thermique. L'eau et le fluide le plus couramment utilisé pour stocker la chaleur car elle abondante, bon marché, et a une capacité thermique élevée. Aussi pour éviter les pertes thermiques vers le milieu extérieur,

- **Circulation du fluide caloporteur**

Naturelle ou forcée. Elle est naturelle, ou en thermosiphon, quand le ballon est situé au dessus du capteur et que le fluide caloporteur circule grâce à sa différence de densité avec l'eau du ballon. Tant que le fluide est plus chaud que l'eau du ballon, celui-ci s'élève naturellement par thermocirculation. Elle est forcée quand un calculateur (7) met en mouvement le fluide caloporteur. Le calculateur est relié à une régulation (8) qui joue sur les écarts de température entre le fluide et l'eau du ballon. Si la sonde du capteur (9) est plus chaude que celle du ballon (10), le calculateur se met en marche et inversement si la sonde du capteur est plus froide que celle du ballon.

- **L'appoint quand le soleil est insuffisant**

Cela peut être une résistance électrique placée directement dans le ballon, ou un échangeur (11) relié à une chaudière (12) (gaz, fioul, bois ou propane). Dans les logements tout électriques, votre CESI intégrera des résistances électriques qui assureront la production d'eau chaude durant les jours sans ensoleillement. Dans les logements équipés d'un chauffage central, votre CESI sera jumelé à votre installation existante.

b. Fonctionnement d'un chauffe eau solaire « thermosiphon » [44].

Fonctionnement du chauffe-eau solaire à thermosiphon repose sur un principe simple :

- (1) l'eau froide arrive dans la cuve
- (2) l'eau située en bas de le ballon
- (3) plus froid descend dans le réseau de tuyaux du capteur
- (4) se réchauffe grâce aux rayons de soleil en remontant
- (5) une fois arrivée en haut du capteur
- (6) remonte naturellement dans la cuve
- (7) chaude est puisée en partie haute du ballon
- (8) la ou l'eau est la plus chaude pour être envoyée dans le circuit d'eau chaude

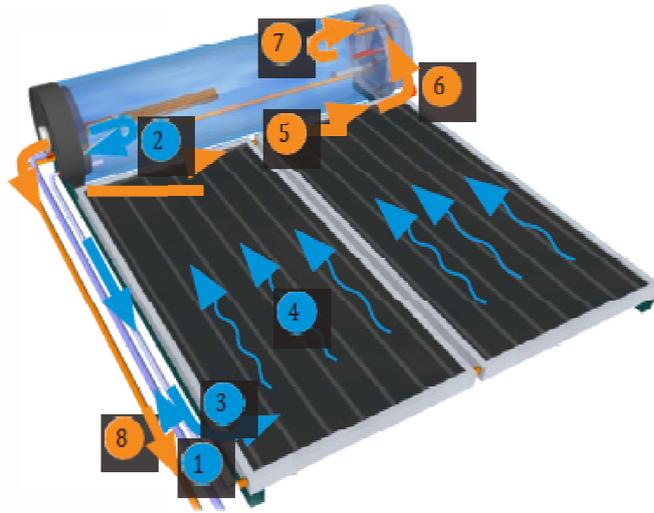


Figure 1-31: Chauffe eau solaire « thermosiphon »

La cuve doit toujours être placée au-dessus des capteurs solaires. Tout d'abord, les capteurs absorbent la chaleur des rayons solaires. Leurs vitres emprisonnent la chaleur des rayons solaires, qui ensuite se fait absorber par une surface noire, appelée l'absorbeur, puis transférer au circuit hydraulique qui parcourt l'absorbeur.

Une fois que le liquide contenu dans les capteurs solaires chauffe, il se dilate, et devient moins dense que le liquide froid. Une circulation naturelle se produit :

- le liquide caloporteur chaud des capteurs monte dans le ballon de stockage (plus léger)
- le liquide caloporteur froid du ballon descend dans les capteurs (plus lourd)

La circulation du liquide permet de chauffer l'eau du ballon sans pompe, donc sans électricité. Cependant, pour les jours sans soleil, une résistance électrique peut servir d'appoint.

Tableau 1-4 : Les avantages et inconvénient d'une chauffe d'eau solaire thermosiphon.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • pas de dysfonctionnement car repose sur un principe naturel • utilise une énergie gratuite et renouvelable le soleil • pas d'émission de CO₂ • de 40 à 70 % des besoins en eau chaude couvert sur une année • la durée de vie du système est d'environ 20 ans 	<ul style="list-style-type: none"> • nécessite une inclinaison spécifique • le stockage du ballon peut être problématique • le réseau hydraulique ne doit pas comporter de coudes

1.7.3 Types de capteurs solaires thermiques

Les capteurs solaires sont des équipements extérieurs capables d'absorber l'énergie produite par le soleil en la transformant en énergie thermique. Ils sont de types, formes et tailles variables.

Le capteur est un composant crucial du chauffe eau solaire, mais il ne peut pas, à lui seul, compenser les éventuelles insuffisances des autres composants.

Les capteurs solaires sont classés selon la température: soit à faible température, moyen température ou à haut température [45] [46].

Suivant ce classement, il existe essentiellement trois types des capteurs solaires thermiques.

- **les capteurs plans :**

Un Capteur solaire plan est constitué d'une boîte isotherme contenant une plaque d'absorption de couleur foncée et avec un ou plusieurs vitrages. Les plaques absorbantes sont généralement fabriquées à partir de métal en raison de sa haute conductivité thermique (comme le cuivre et l'Aluminium) et peints avec des revêtements de surface sélectifs spéciaux a fin d'absorber et transférer la chaleur mieux que la peinture noire régulier possible. Le vitrage recouvre réduire la convection et les pertes de chaleur de rayonnement vers l'extérieure [45].



Figure 1-32: Capteur plan [47].

❖ les capteurs à tubes sous vide [48] :

Les capteurs sous vide permettent d'atteindre des températures plus élevée (jusqu'à 120°C). Il est constitué d'une série de tubes transparents sous vide qui isolent l'absorbeur. On fait le vide dans ces tubes, comme dans les bouteilles isothermes afin de réduire les déperditions de chaleur par convection et par conduction thermique.

Ce capteur thermique est composé d'une série de tubes transparents en verre de 5 à 15 cm de diamètre.



Figure 1-33: Capteur à tube sous vide [49].

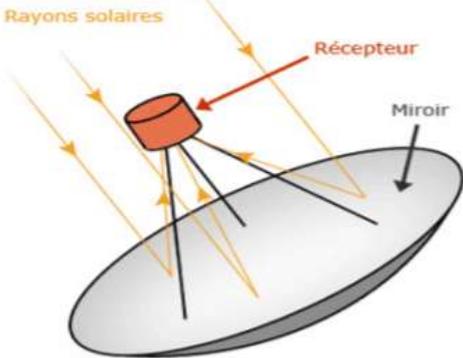
Le vide réalisé dans les tubes permet de diminuer fortement les pertes thermiques du capteur, l'autre avantage de ce capteur est de pouvoir être disposé suivant n'importe quelle inclinaison ce qui facilite son intégration.

On utilisera les capteurs solaires à tubes sous vide lorsque l'application fonctionne toute l'année, ou exige une température d'eau assez élevée sous climat froid pour rester performante.

❖ Les capteurs à concentration :

Sont plutôt utilisés dans le contexte d'applications industrielles, pour l'obtention de températures supérieures à 120 °C, Ces capteurs utilisent des surfaces réfléchissantes (miroirs) paraboliques ou cylindro-paraboliques pour concentrer les rayons solaires respectivement dans le foyer ponctuel ou dans le foyer linéaire de ces surfaces. Dans le foyer ponctuel ou le long du foyer linéaire se trouvent les récepteurs (absorbeurs) qui captent la chaleur solaire ainsi concentrée. Naturellement ces concentrateurs doivent suivre le mouvement du soleil, On distingue deux types, des capteurs paraboliques et capteurs cylindro-parabolique [50] [51].

Tableau 1-5: Différent type de capteurs à concentration

Capteur cylindro-parabolique	Capteur parabolique
<p>Les miroirs cylindro-paraboliques alignés concentrent la chaleur</p> <p>Le circuit du fluide caloporteur passe au centre de chaque miroir et traverse l'ensemble du champ de capteurs</p>	<p>fonctionnent d'une manière autonome.</p> <p>suivent le soleil sur 2 axes afin de concentrer le rayonnement solaire sur le foyer de la parabole réfléchissante</p>
	

1.7.4 Eléments de construction d'un capteur solaire plan

Un capteur plan est constitué essentiellement :

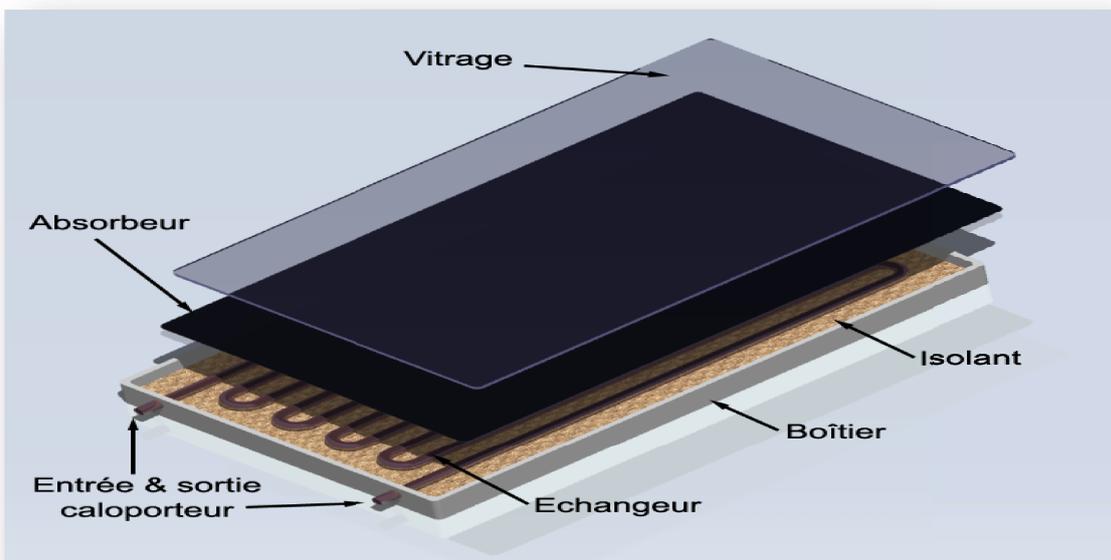


Figure 1-34 : Composants d'un capteur solaire plan

1.7.5 Fonctionnement d'un capteur plan

Le principe de fonctionnement d'un capteur solaire plan est très simple [52]. Le rayonnement solaire traverse la vitre et arrive sur l'absorbeur muni d'une surface sélective où il est converti en chaleur à sa surface.

Le fluide caloporteur qui circule dans l'absorbeur conduit la chaleur captée vers un échangeur de chaleur, à partir duquel elle est transmise au consommateur.

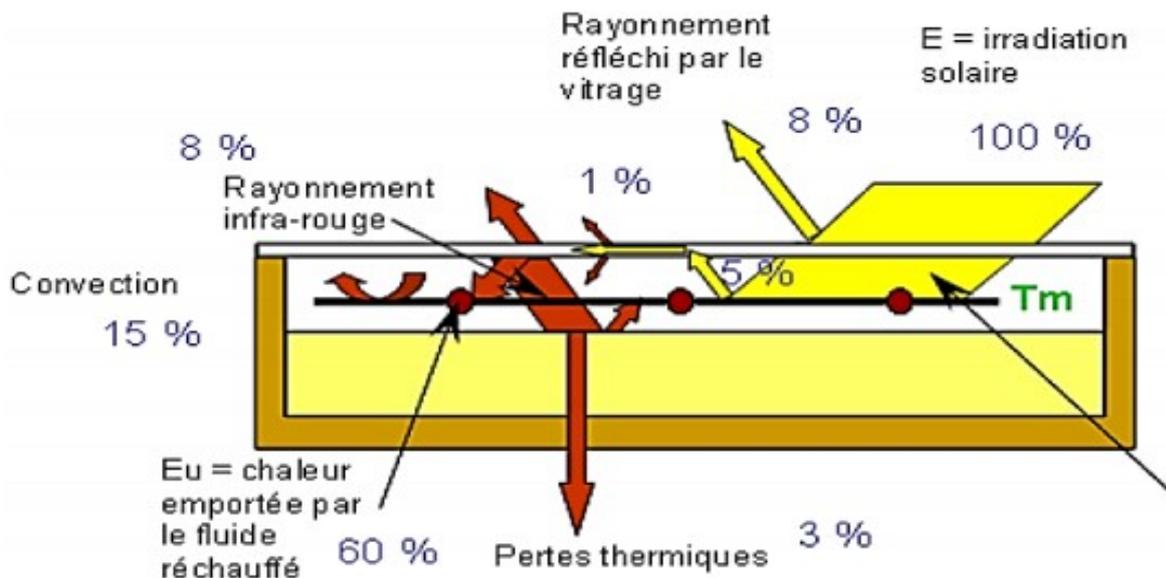


Figure 1-35: Principe de fonctionnement du capteur solaire plan [52]

Le vitrage est transparent pour le rayonnement visible et le proche I.R mais opaque pour le rayonnement I.R lointain émis par l'absorbeur, ainsi la couverture transparente crée un effet de serre.

L'isolation thermique en dessous et autour du capteur diminue les déperditions thermiques et augmente ainsi son rendement.

En Plus, ce type du capteur peut être vitré ou non vitré :

- **Capteur plan vitré**

Le capteur plan solaire le plus couramment utilisé (Figure 1-36), comprend un coffre isolant, à l'intérieur duquel est disposé un verre transparent (1), une feuille métallique noire, appelé absorbeur (2), constitué de tuyaux dans lesquels circule le fluide caloporteur (3), en contact avec cette surface absorbante est intégré un isolant aussi bien à l'arrière (4) que sur les cotés pour (4), afin de réduire les déperditions thermiques, l'ensemble est monté dans un boîtier (5) en aluminium. En effet, la grande partie de l'énergie absorbée doit être transmise au fluide, il faut donc minimiser les pertes avec l'environnement proche [53] [54].

La plupart des capteurs plans vitrés permettent des gains de température allant jusqu'à 70°C par rapport à la température ambiante et sont de ce fait parfaitement adaptés à la production d'eau chaude sanitaire.

- **Capteur plan sans vitrage**

Ces capteurs simplifiés (**Figure1-36**), sont généralement constitués d'un absorbeur noir en matière synthétique (7) sans coffre ni couverture transparente. Ils sont particulièrement adaptés aux besoins de chauffage des piscines où l'augmentation de température par rapport à la température ambiante est faible [55].

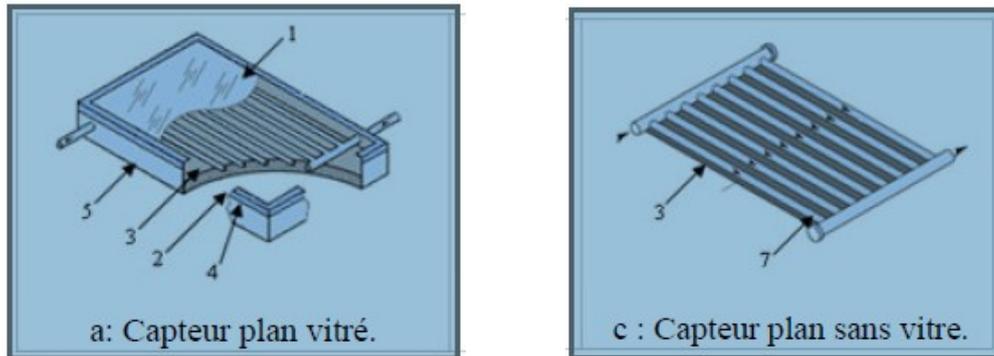


Figure 1-36: types de capteur plan.

1.7.6 Paramètres caractérisant le fonctionnement d'un capteur plan [56]

Le rendement d'un capteur solaire plan est un influencé par différents paramètres, on distingue :

- ❖ **Paramètres externes**

Les principaux paramètres externes qui peuvent intervenir directement sur les performances d'un capteur plan sont:

- Paramètre d'ensoleillement : éclaircissement, position du soleil, durée d'insolation, ...etc
- Température ambiante
- Vitesse du vent

- ❖ **Paramètres internes :**

- a. **Paramètres géométriques**

Paramètres de position :

- Orientation, inclinaison et emplacement du capteur.
- Capteur fixe ou suiveur de soleil.

- b. **Paramètres de fonctionnement**

- La température d'entrée du fluide caloporteur
- Le débit massique du fluide caloporteur
- Les températures des différents éléments du capteur

Ces paramètres sont très importants. Ils permettent, en tenant compte du coût, d'avoir une température de sortie du fluide élevée (puissance utile élevée). En d'autres termes un meilleur rendement du capteur.

1.7.7 Orientation et inclinaison d'un capteur plan [56]

- ♦ **L'orientation des capteurs** : plein sud pour un rendement maximum, mais sud-est ou sud-ouest sont encore très bien.
- ♦ **La localisation des capteurs** : sur un toit, en façade, en auvent, en terrasse ou au sol... le plus important est d'éviter les ombres
- ♦ **L'implantation des capteurs** : L'inclinaison des capteurs pour un usage toute l'année doit d'être d'environ 45° à plus ou moins 10° .

1.7.8 Classification des capteurs solaires

On peut classer les capteurs selon : [57]

- ♦ **Le fluide de travail utilisé**
- ♦ **L'orientation des capteurs** : Les capteurs solaires peuvent être :

Des capteurs fixes, ces capteurs ne bougent pas dans la journée, ce qui est le cas des chauffe-eaux solaires domestiques.

Des capteurs à poursuite : le capteur solaire peut être muni d'un dispositif de guidage automatique dans la direction de provenance du flux lumineux, ce qui va améliorer le rendement du capteur

1.7.9 Raccordement des capteurs [58]

- ✓ **Raccordement en série**

Dans ce type de raccordement, la sortie du premier capteur est reliée à l'entrée du deuxième capteur dont la sortie est reliée à l'entrée du troisième capteur et ainsi de suite, comme le montre la figure (1-37).

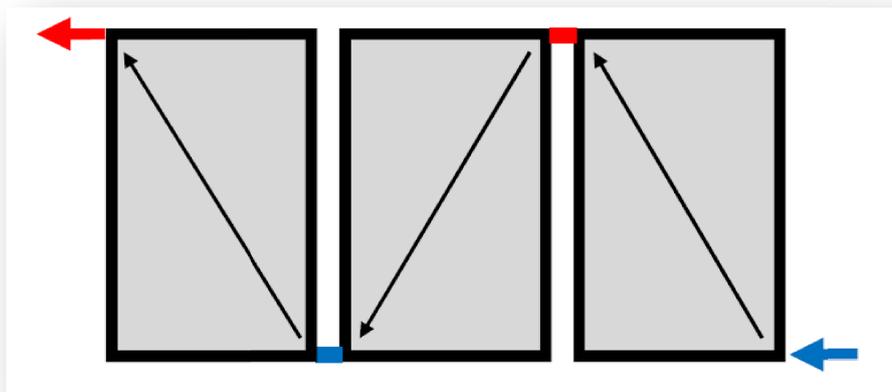


Figure 1-37: Raccordement des capteurs série.

Le raccordement en série permet une montée en température plus importante au prix de pertes thermiques plus importantes ; d'autant plus si l'on travaille avec un faible débit.

La montée en température au fil des panneaux en série peut provoquer une diminution du rendement.

✓ Raccordement en parallèle

Dans ce type de raccordement, l'eau arrive à chaque capteur par une conduite de distribution qui parcourt les bords inférieurs, alors que l'eau chaude traverse une autre conduite (retour) placée le long du bord en haut du capteur, comme le montre la **figure (1-38)**.

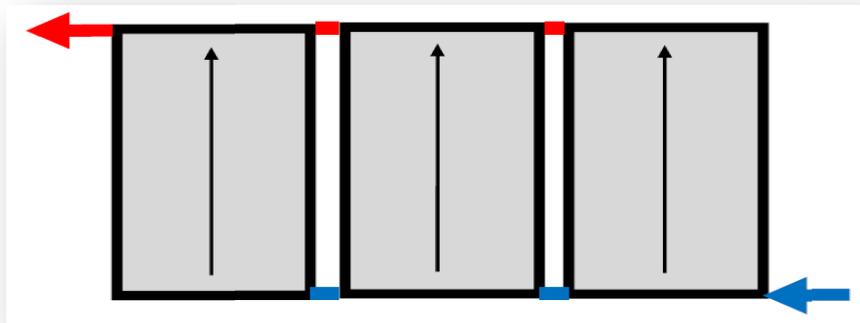


Figure 1-38: Raccordement des capteurs parallèle.

Il est donc important dans ce type de raccordement que le circuit soit bien équilibré de façon à ce que le débit du fluide caloporteur soit distribué également dans les divers capteurs.

1.7.10 Les avantages et les inconvénients

les avantages	les inconvénients
<ul style="list-style-type: none">-l'énergie solaire thermique est inépuisable et non polluante-l'énergie est propre et ne dégage pas de gaz-solaire thermique permet d'assurer une partie des besoins en eau chaude et en chauffage-l'installation des capteurs solaires permet de réaliser des économies conséquentes-les frais de maintenance et de fonctionnement d'une installation solaire thermique sont relativement faibles	<ul style="list-style-type: none">-Le cout d'investissement d'une installation solaire thermique est relativement élevé-la production d'énergie solaire n'est possible que lorsqu'il ya du soleil-il faut pouvoir stocker la chaleur dans des ballons-les panneaux solaires contiennent des déchets toxiques (cuivre)

1.7.11 Méthode de dimensionnement :

Le point de départ pour dimensionner une installation solaire de production d'eau chaude sanitaire (ECS) est d'estimer les besoins en eau chaude solaire, ensuite les autres facteurs tels que le climat, l'orientation et l'inclinaison des capteurs [60].

Nous allons détailler une méthode de dimensionnement qui prend en compte divers paramètres. Le but étant d'aboutir finalement à une proposition de panneaux la plus efficace et la plus rentable pour les élèves.

➤ **Calcul du volume du ballon de stockage :**

$$V_{st,min} = \frac{2 \times V_p \times P \times (T_{ec} - T_{ef})}{T_{st} - T_{ef}} \quad (1.13)$$

$V_{st,min}$: Volume minimal du ballon de stockage en litre.

2 : Coefficient de sécurité pour garantir la couverture des besoins.

V_p : Consommation journalière par personne en litres.

P : Nombre de personnes.

T_{ec} : Température souhaitée de l'eau chaude sanitaire en °C.

T_{ef} : Température de l'eau froide en °C.

T_{st} : Température de stockage de l'eau dans le ballon.

➤ **Calcul de l'énergie calorifique journalière nécessaire au chauffage de l'eau :**

Pour calculer la quantité d'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire, il faut d'abord connaître le volume d'eau à produire. La quantité réelle d'énergie nécessaire pour produire l'eau chaude sanitaire est calculée comme étant la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer ce volume d'eau de la température de l'eau froide jusqu'à la température demandée cette énergie est donnée par [60] :

$$E_j = V \times C_p \times \rho \times (T_{st} - T_{ef}) \quad (1.14)$$

E_j : Energie calorifique journalière nécessaire.

V: Volume du ballon de stockage.

C_p : Capacité calorifique de l'eau (1.167Wh/kg/°C).

ρ : Masse volumique d'eau (1kg/L).

T_{st} et T_{ef} Sont toujours respectivement les températures de stockage et de l'eau froide.

➤ **Calcul la surface et le nombre de panneaux thermique :**

La surface de panneau nécessaire à notre installation, se définit comme étant le rapport entre l'énergie utile au chauffage de l'eau à la température suitée °C (notée E_j) et le gisement solaire [60].

• **Calcul la surface totale des panneaux :**

$$S_{tot} = \frac{E_j}{G_j} \quad (1.15)$$

G_j : Le gisement solaire

- **Calcul du nombre de panneaux :**

$$N_{p.th} = \frac{S_{tot}}{S_u} \quad (1.16)$$

S_u : Surface unitaire d'un panneau solaire thermique.

1.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté une brève description du soleil et de son énergie, Nous avons également donné la cartographie du rayonnement solaire de l'Algérie en donnant le potentiel solaire dans les différentes zones. Ce dernier (rayonnement solaire) nous a permis aussi d'approfondir et d'enrichir nos connaissances sur l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.

Puis nous avons fait une description des systèmes PV ainsi que la présentation des cellules photovoltaïques et les paramètres qui influencent sur eux. Après, nous avons présenté les différents systèmes photovoltaïques et les éléments constitutifs de l'installation puis on a cité les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque et nous finirons par la méthode de dimensionnement.

Et pour les deuxièmes systèmes, nous avons exposé une étude et une recherche générale sur l'utilisation de l'énergie solaire thermique, on a présenté les différents capteurs solaires thermiques, Nous avons également donné les avantages et les inconvénients et nous finirons par la méthode de dimensionnement.

Pour bénéficier d'eau chaude, nous avons souvent recours aux installations solaires, celles-ci peuvent être disposées dans n'importe quel climat, mais leurs performances sont liées à l'ensoleillement de l'espace où elles sont installées.

Chapitre 2 :

*Etude et dimensionnement
d'installation
photovoltaïque/thermique*

2.1 Introduction :

Dans le présent chapitre, l'étude se portera sur le dimensionnement pour ce qu'on appellera « un école solaire ». Pour cela on définit le modèle d'école et son site d'implantation en premier lieu, la dimensionnement manuel du deux systèmes (**PV/Thermique**) en second et enfin effectuer quelques logiciel afin de calcule et d'évaluation des coûts et des différentes données économiques.

Dans notre cas on s'intéresse plus précisément à l'utilisation de l'une de ces énergies inépuisables, qui est l'énergie solaire, afin de subvenir au besoin de notre école en énergie électrique d'une part, et au chauffe-eau solaire d'une autre part.

Depuis plusieurs années déjà, on se préoccupe d'économiser l'énergie et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Les recherches ont permis de suivre des pistes prometteuses, d'élaborer des techniques performantes utilisant l'énergie solaire.

On a ainsi acquis une solide expérience dans la mise au point de chauffe-eau solaires et photovoltaïque, ces appareils sont aujourd'hui efficaces et performants. Mais l'énergie solaire, source d'énergie gratuite inépuisable et non polluante, Ils s'adaptent aussi bien à des demandes individuelles qu'à des besoins collectifs.

2.2 Rapport de présentation

2.2.1 Présentation de l'école :

Dans le cadre de ce projet, nous allons étudier l'alimentation d'un école primaire.

L'école **Chahid Ahmed Zabana** est implantée dans la wilaya de **Mascara**, la commune de **zahana (Djeniene masquine)** classé comme **Zone climatique B**, il est composé de 18 classes.

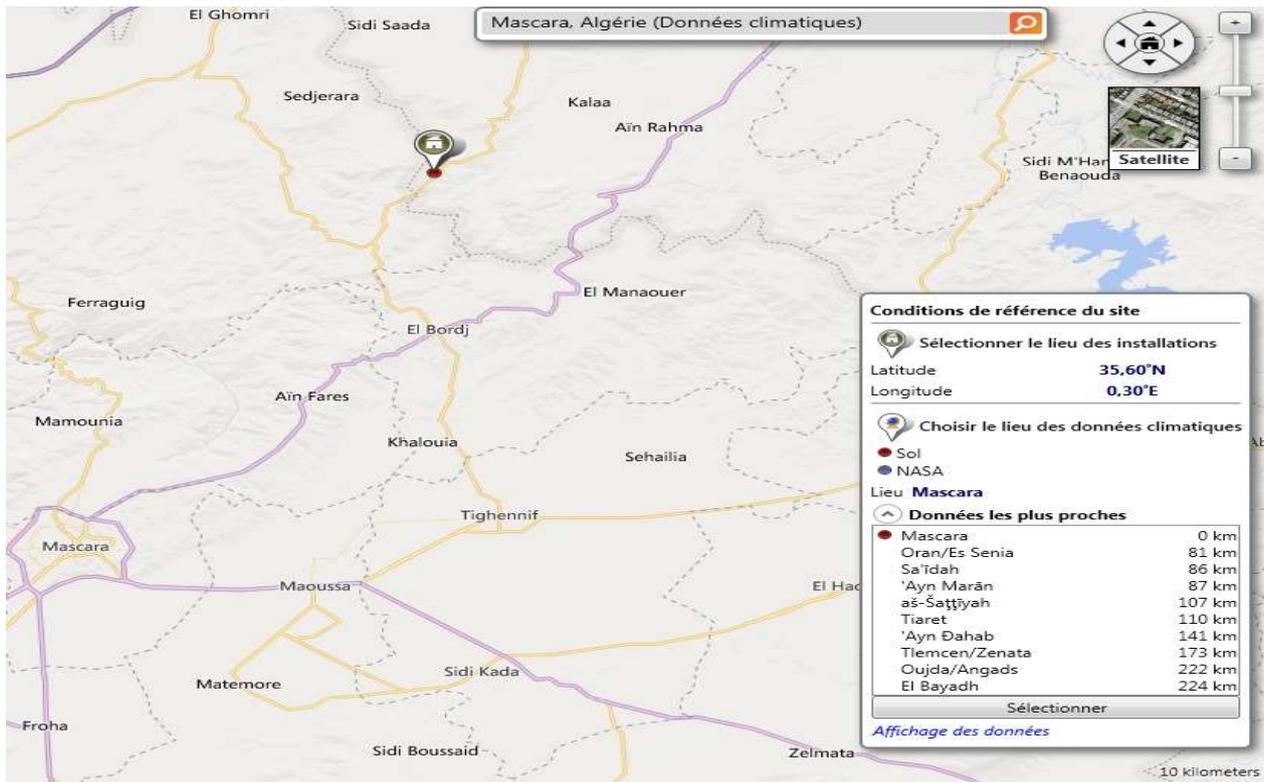


Figure 2-1 : Carte graphique de région de Mascara.

2.2.2 Plan architecture:

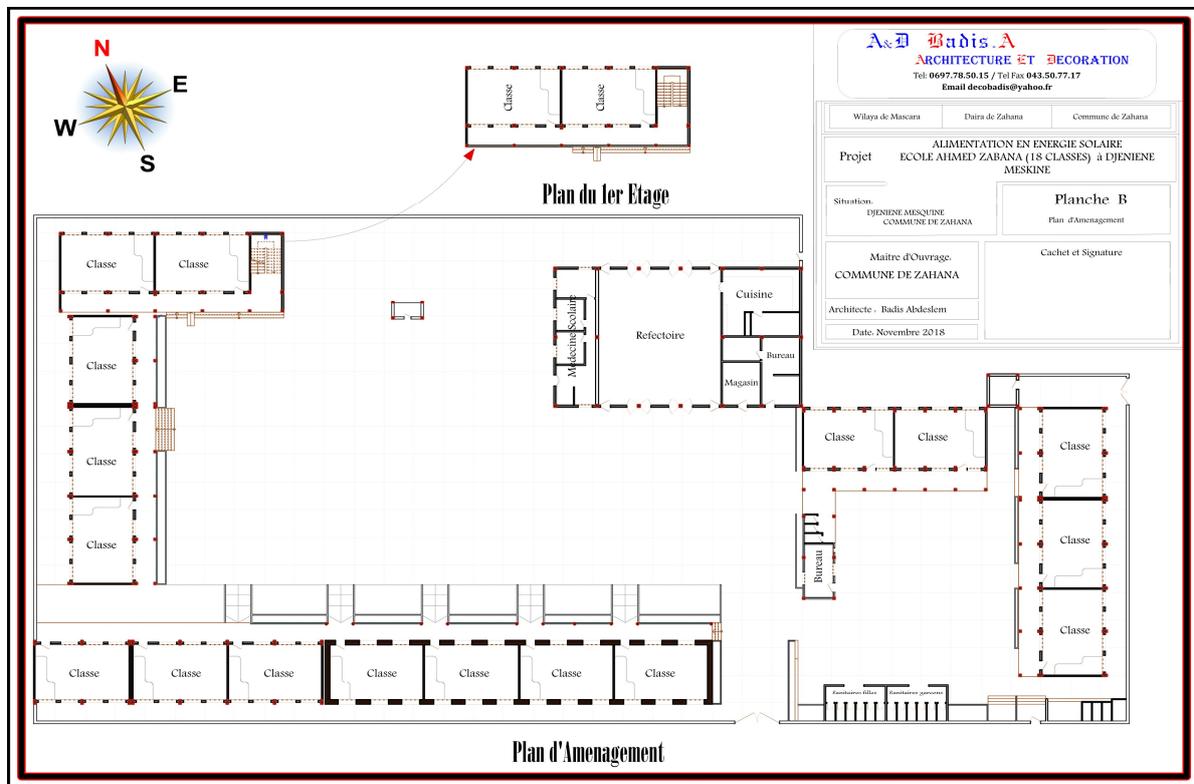


Figure 2-2: Plan architecture.

2.3 Etude et Dimensionnement d'installation photovoltaïque

2.3.1 Etude de projet :

L'école sera dotée de :

- ✓ A l'intérieur des classes (18 classes) : 04 néons LED par classe avec diviseur (réglette) d'une puissance de **18 W** chacun.
- ✓ A l'extérieur des classes : Eclairage de la cour :
13 cross mural composés de luminaires LED d'une puissance de **50 W** chacun.
- ✓ A l'administration on a 3 ampoules des hublots de d'une puissance de **12W**,
- ✓ 02 PC 170W et imprimante d'une puissance de **200 W**
- ✓ A restauration on a 08 Néons Double à LED d'une puissance de **40 W**
- ✓ Sanitaire on 06 hublots étanche d'une puissance de **11 W**

2.3.2 Dimensionnement Manuel :

Le dimensionnement c'est l'étude qui nous permet de déterminer la puissance-crête du générateur solaire et la capacité du stockage de batterie d'un système solaire photovoltaïque, elle nécessite informations adéquates et des données sur d'ensoleillement du site d'une part, et aussi sur le besoin électrique de l'utilisateur d'autre part. Le bon choix des composantes du système solaire permet d'utiliser les équipements requis durant la période demandée. Les étapes de dimensionner un système photovoltaïque la suivante :

➤ **Etape 1 : Estimation de l'ensoleillement sur le site de l'installation du générateur PV**

En se référant à la carte d'ensoleillement de l'Algérie, l'ensoleillement dans villes du projet. Il faut toujours choisir la période de l'année la moins ensoleillée afin d'obtenir la production d'électricité requise durant cette période. L'ensoleillement est habituellement exprimé en kWh/m²-j ou en heures de plein ensoleillement (heures ~5000W/m²).

➤ **Etape 2 : L'estimation des besoins journaliers de l'utilisateur en électricité**

E_j : Consommations journalières (Wh/J ou kWh/j)

$$E_j = P \times t$$

Tableau 2-1 : Estimation de consommation journalière.

Appareils	Puissance (W)	Quantité	Durée (h)	E_j
Classe				
Néon simple	18	72	07	9072
Prise	20	18	02	720
Administration				
Lampe	12	03	07	252
PC	170	02	04	1360
Imprimante	200	01	01	200
Prise	20	03	02	120
Restaurant				
Néon Double	40	08	04	1280
Prise	20	02	02	80
Sanitaire				
Lampe	11	06	05	330
La cour				
Luminaire à LED	50	13	12	7800
			$E_{jT} = \sum E_j$	21 214

- La consommation journalière totale est **21214 Wh/j**.

➤ **Etape 3 : Estimation du champ photovoltaïque**

✓ **La puissance de champs PV :**

$$P_c = \frac{(E_{jT} \times 1000)}{(I_r \times 0.6)} = \frac{(21214 \times 1000)}{(5000 \times 0.6)} = 7071 \text{ W}$$

La puissance de champs PV est **7 KW**

✓ **Nombre de panneaux PV :**

Nous avons fait le choix des panneaux de **315W**

$$N_{pv} = \frac{P_c}{315} = 23$$

Donc le nombre des panneaux est **23** panneaux PV.

➤ **Etape 4: Estimation de la capacité de stockage de la batterie :**

✓ **Capacité des batteries :**

Choisissons des batteries solaires avec les caractéristiques suivantes :

$$C = \frac{1 \times E_{JT}}{12 \times 0.8} = 2210 \text{ Ah} \quad \text{12V/150Ah} \quad \text{et} \quad D_p = 0.8$$

✓ **Nombre de batteries**

$$N_B = \frac{2210}{150} = 15 \text{ Batteries}$$

➤ **Etape 5: Puissance de l'onduleur**

La puissance de l'onduleur choisit doit être supérieur ou égal à la Puissance crête réel des panneaux solaires $P_{ond} \geq P_{c\acute{r}e\acute{e}l}$

✓ **Choix d'onduleur :**

$$\begin{aligned} \text{On a } P_{ond} &= P_c \times 1.3 \\ P_{ond} &= 7071 \times 1.3 = 9192 \text{ W} \end{aligned}$$

Puissance d'onduleur utilisée est **10 kW**.

2.3.3 Câblage

1. Choix de câble :

Il est essentiel de choisir le diamètre et le type de câble adapté à l'installation photovoltaïque. Nous faisons un choix de câble solaire pour la protection contre échauffement de câble a cause de courant continu DC (un risque d'incendie peut survenir dans une petite section de câble) et permet d'éviter les pertes de ligne et les coûts supplémentaires associés à l'achat d'une grande section.



Figure 2-3 : Câble solaire.

2. Dimensionnement section de câble :

Il est économiquement judicieux de faire le bon calcul de la section à commander avant l'installation photovoltaïque. Détermine en fonction de l'intensité du courant (A) ou la puissance et de la distance à parcourir.

P (kW)	I (A)	section (mm ²)												
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
0,5	2,3	100	165	265	395									
1	4,6	60	84	135	200	335	530							
1,5	6,8	33	57	90	130	225	355	565						
2	9,1	25	43	68	100	170	285	430	595					
2,5	11,4	20	34	54	80	135	210	340	470	630				
3	13,6	17	29	45	66	110	180	285	395	520				
3,5	16	14	24	39	56	95	155	245	335	450				
4	18		21	34	49	84	135	210	295	395	580			
4,5	20		19	30	44	75	120	190	260	350	515			
5	23			27	39	68	105	170	235	315	460	630		
6	27			23	32	56	90	140	195	260	385	530		
7	32				28	48	76	120	170	225	330	460	570	
8	36					42	67	105	145	195	290	400	500	620
9	41					38	60	94	130	175	255	355	440	550
10	45					34	54	84	120	155	230	320	400	495
12	55						45	70	93	130	190	265	330	410
14	64						32	60	84	110	165	230	285	350
16	73							53	74	99	145	200	250	305
18	82							47	65	88	125	175	220	270
20	91								59	79	115	160	200	245
25	114									64	95	130	160	195
30	136										77	105	135	165
35	159											90	115	140
40	182											80	100	125
45	205												89	110
50	227													98

Figure 2-4: Section de câble.

- Exemple de cas étudié :

Dans notre cas la puissance de champs PV est égale à 9 KW et la distance entre le champ photovoltaïques et armoire égale à 65 ML (mètre linéaire) .Donc, Selon la figure de choix de câble électrique et par mesure de sécurité (protection contre échauffement) on à choisi le câble de 25 mm².

2.3.4 Branchement de panneaux photovoltaïques/ batterie :

✓ Branchement de panneaux photovoltaïques

Dans notre calcul on a trouvé 23 panneaux PV mais à l'installation il faut mettre 24 panneaux PV pour un branchement de 8 strings et 3 panneaux par string

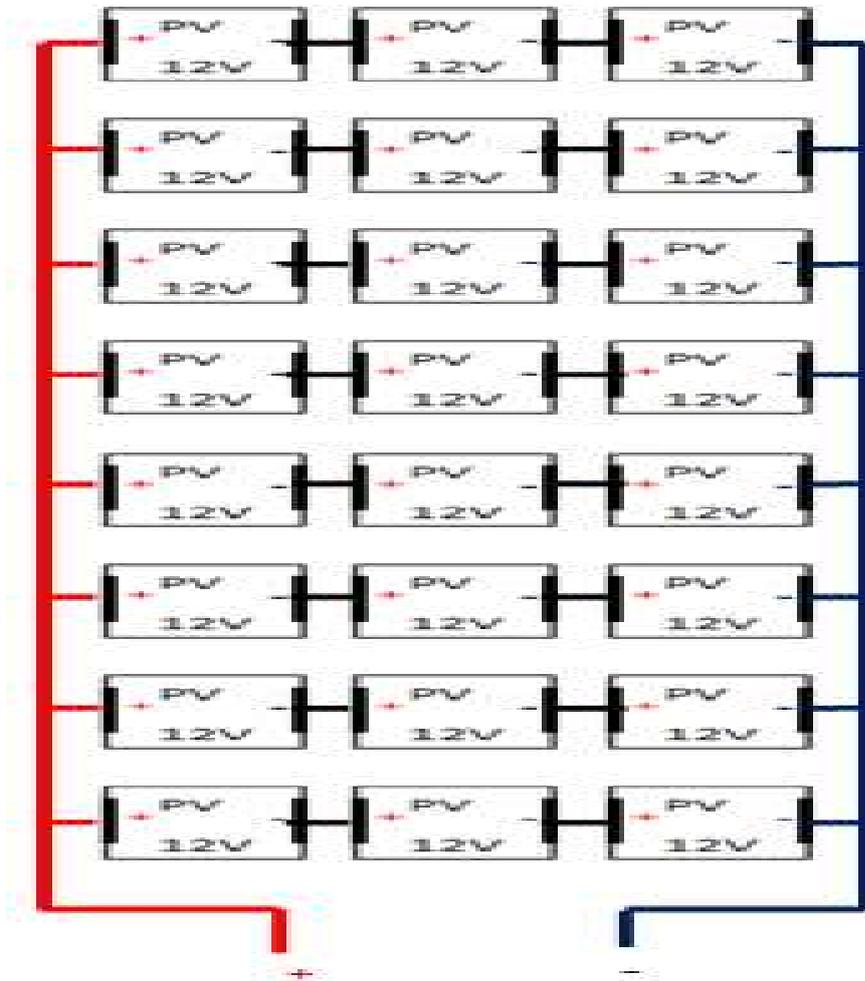


Figure 2-5 : Schéma de branchement 24 panneaux.

✓ Branchement de batterie :

Dans nos calculs précédents nous avons trouvé le nombre de batteries est **15** batteries, mais dans l'installation nous prenons forcément 16 batteries (pour mettre le système de 48v selon les caractéristiques d'onduleur).

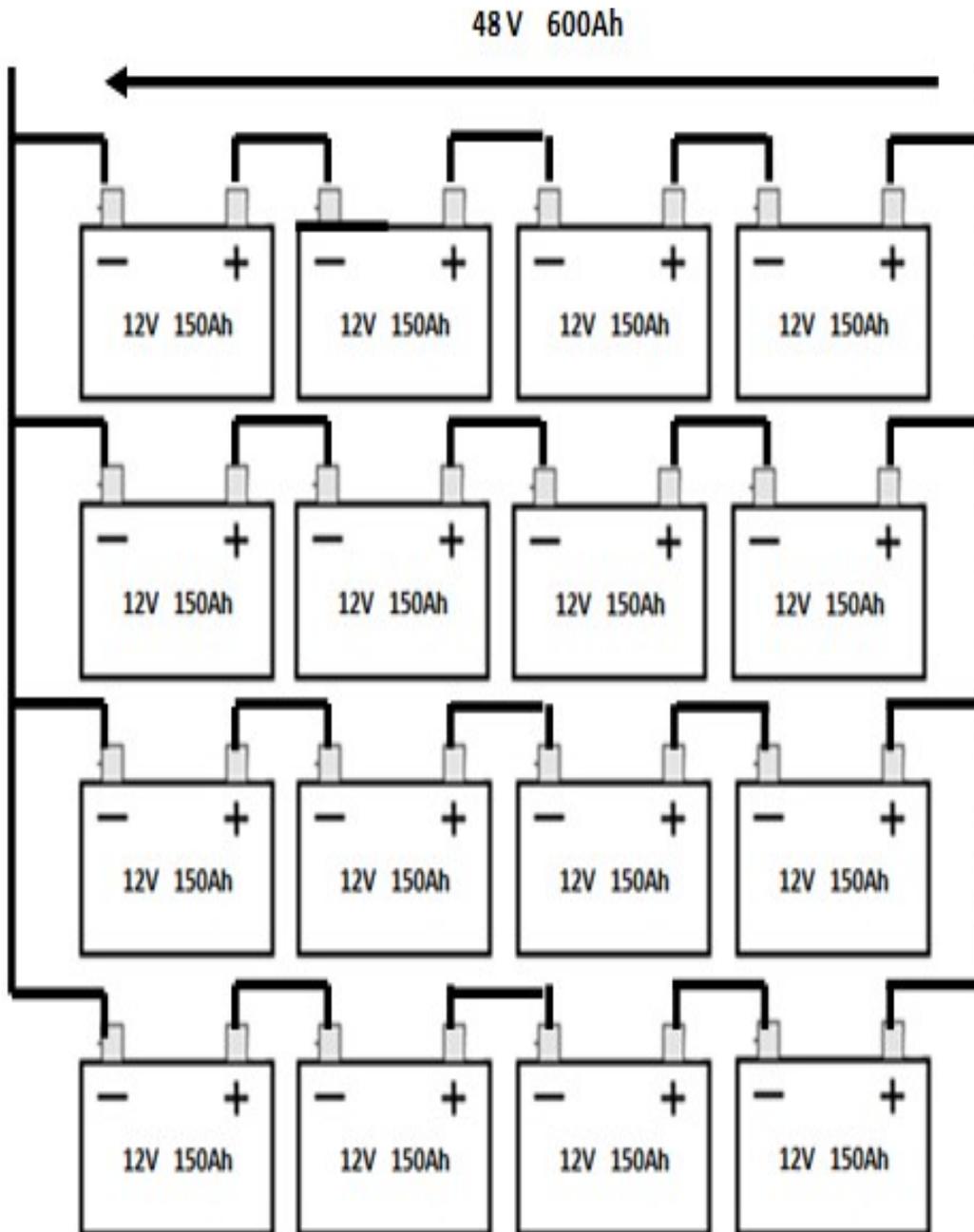


Figure 2-6 : Schéma de branchement 16 batteries.

2.3.5 Étapes d'installation :

- 1- Le bon choix de l'orientation et l'angle d'inclinaison des panneaux solaire pour avoir le maximum d'ensoleillement (La meilleure orientation des panneaux solaire dans l'Afrique du nord est le plein sud (sud sud) et la meilleure inclinaison est un intervalle qui varie entre 25° et 34°).

2- Implantation des socles pour fixer des supports.

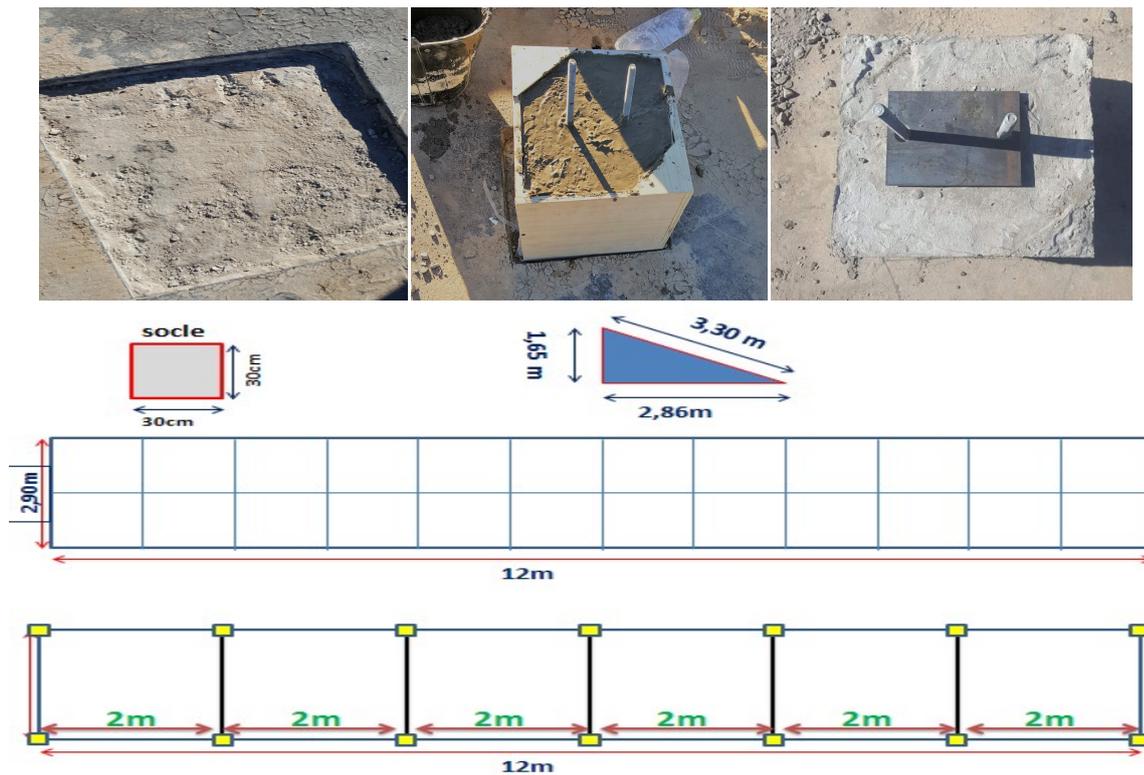


Figure 2-7 : Implantation des socles.

3- Mise en place des supports (Gabarits) pour les panneaux solaire.



Figure 2-8 : Supports des panneaux solaires.

4-La pose des panneaux solaires avec accessoire de protection.



Figure 2-9:La pose des panneaux.

5- Installation les équipements « convertisseur, batteries, disjoncteurs » dans un locale technique

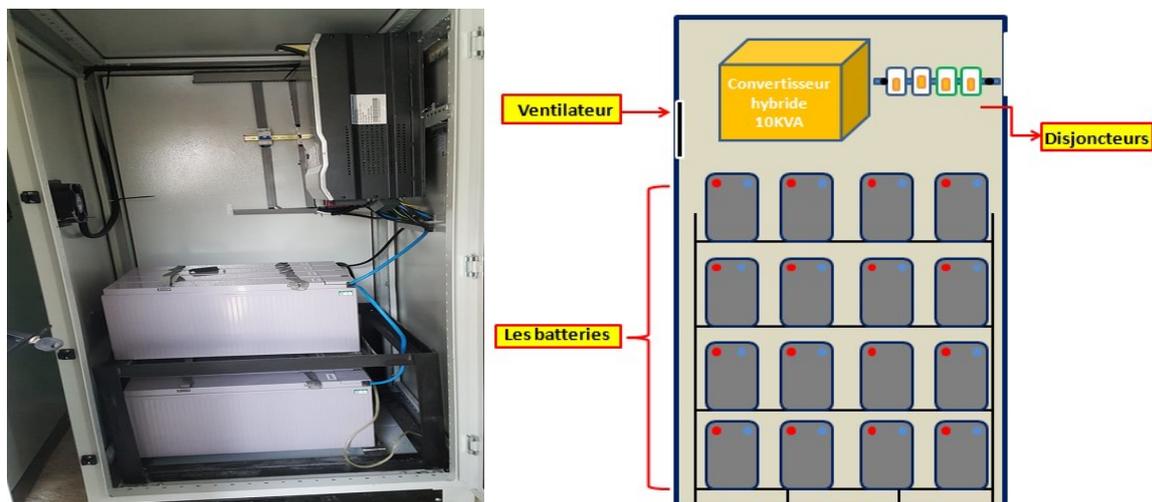


Figure 2-10 : ARMOIR.

6-Branchement de Batteries.



Figure 2-11: Batteries.

7- Couplage des équipements (Convertisseurs /panneaux /batteries) par les câbles pour la production d'énergie pour alimenter l'école et avoir le besoin en électricité



Figure 2-12 : Câble de couplage.

8- Finalement la vérification des résultats obtenus par la mesure du courant et tension à vide en utilisant un multimètre.

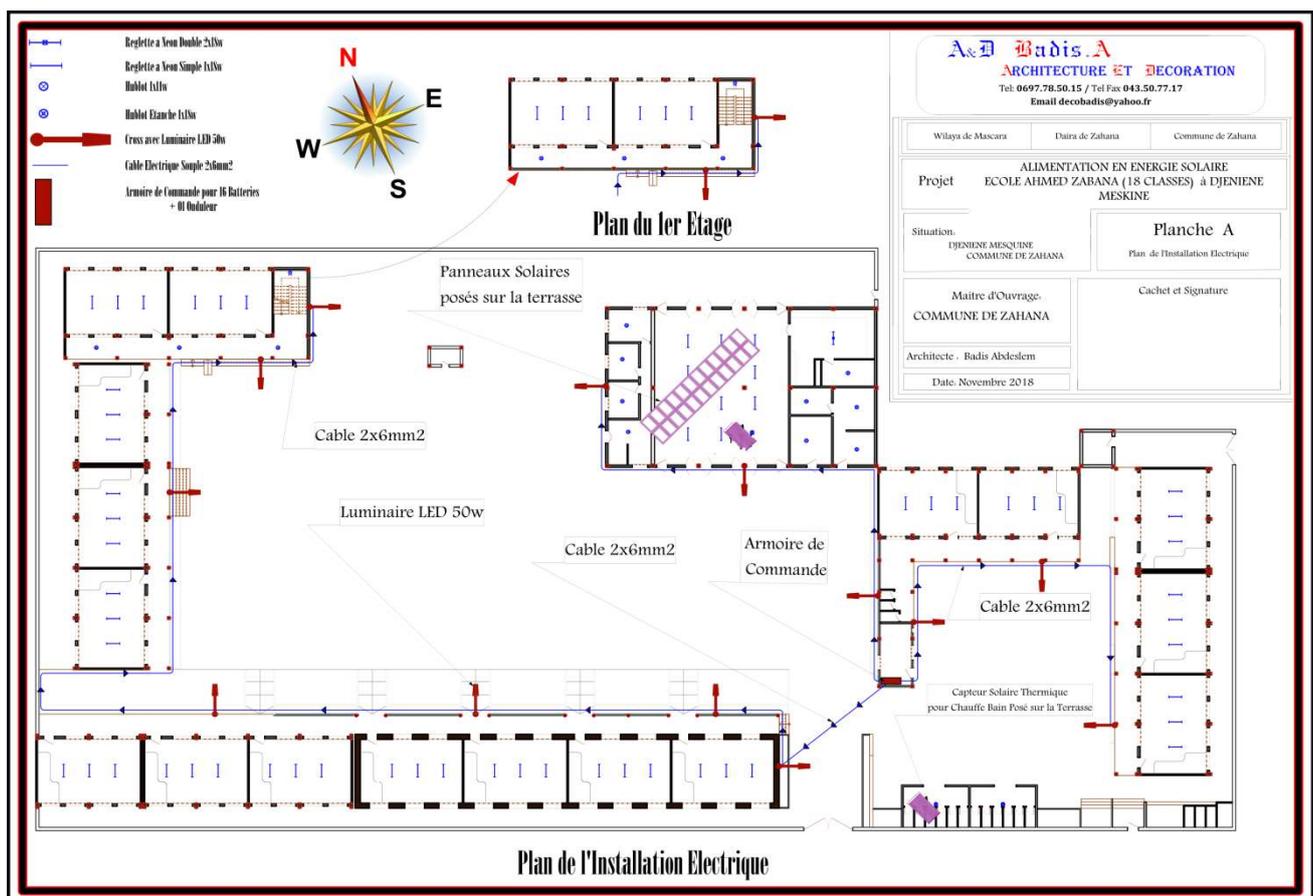


Figure 2-13 : Plan de l'installation électrique.

2.3.6 Dimensionnement par logiciel PVsyst :

a- Présentation du logiciel PV SYST:

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

Le logiciel comprend principalement deux modes de fonctionnement. Le premier est une application de pré dimensionnement assez simple à prendre en main et accessible au néophyte. Le deuxième permet une étude beaucoup plus approfondie et prend en compte beaucoup plus de paramètres. De plus il se base sur du matériel concret pour ses calculs, contrairement au premier mode qui effectue ses calculs pour un cas très général.

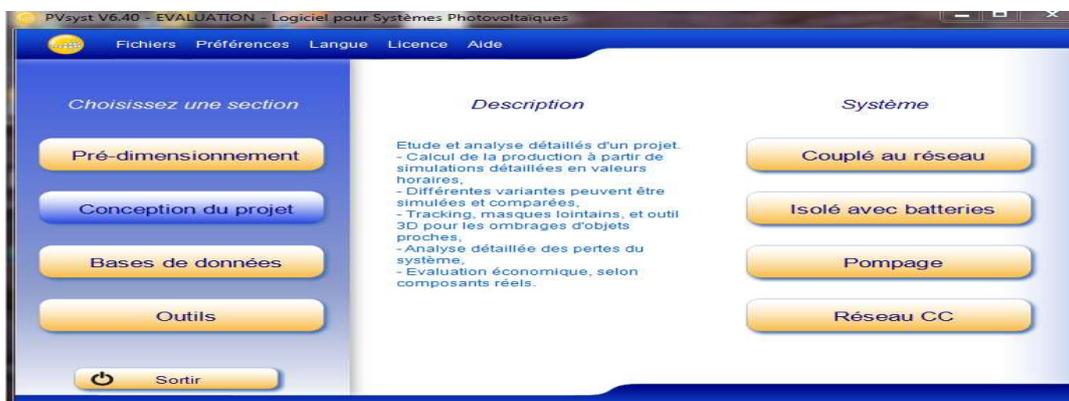


Figure 2-14: Conception du projet.

b- Les étapes pour la conception du projet (Avec stockage)

1^{er} étape :

Donne le nom de projet la localisation géographique de l'installation, puis on entre les données concernant l'installation.

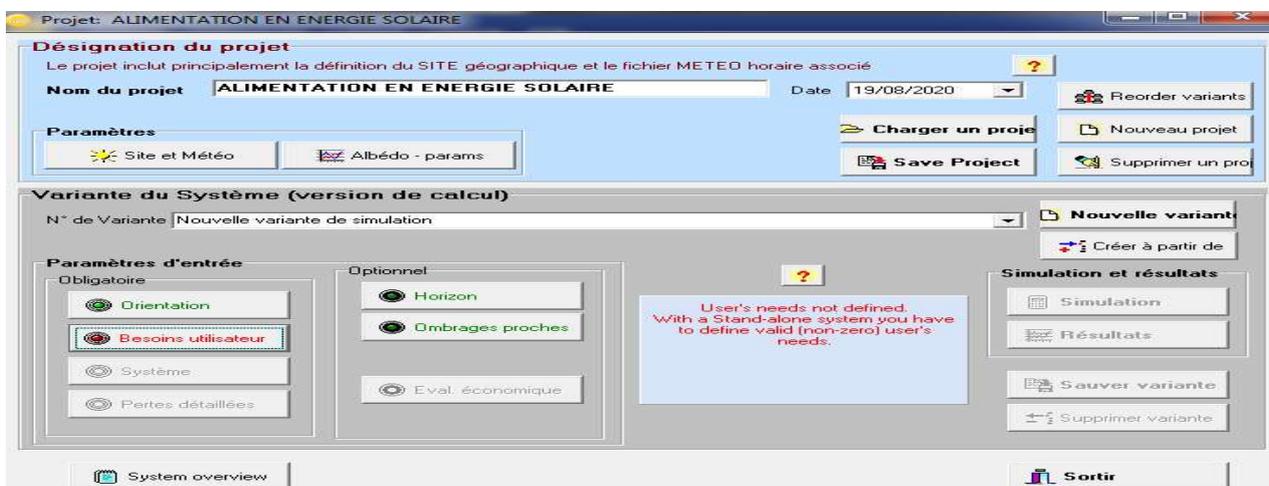


Figure 2-15 : Nom et localisation de projet.

2ème étape : Orientation des modules PV

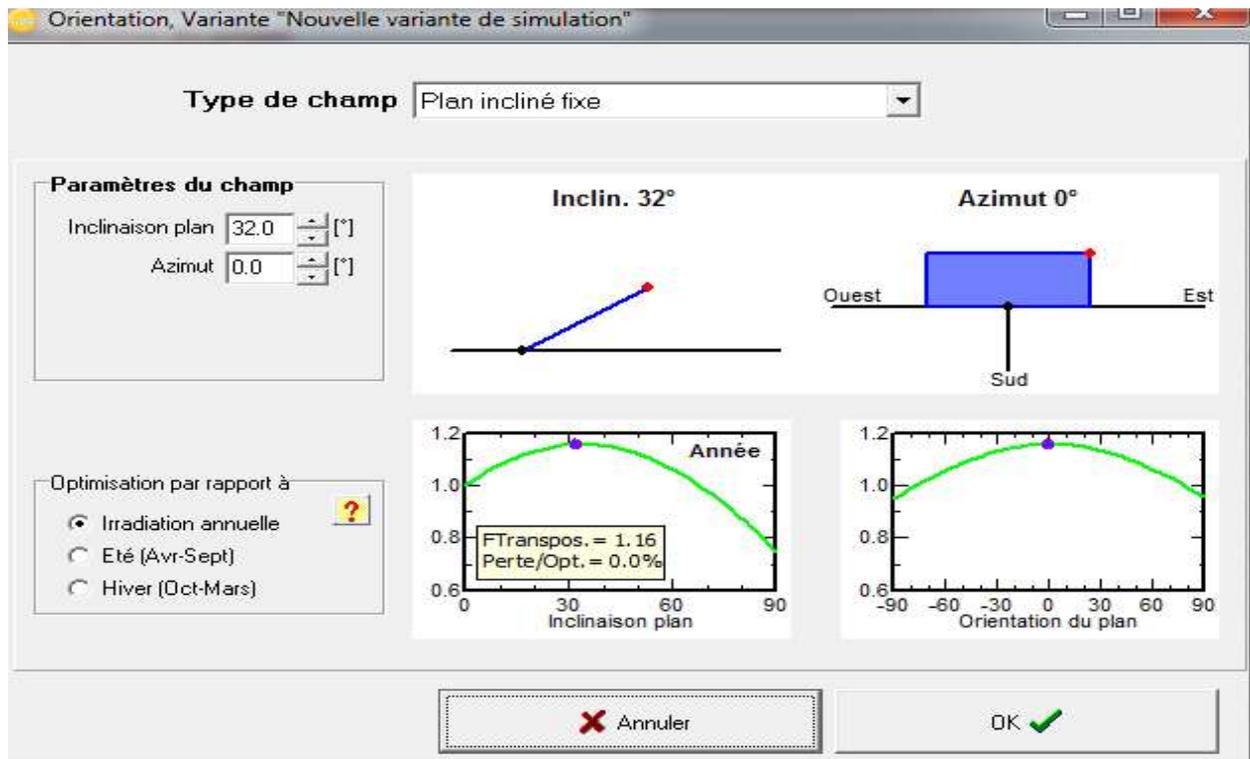


Figure 2-16: Angle d'orientation.

3ème étape : La définition des besoins de l'utilisateur.

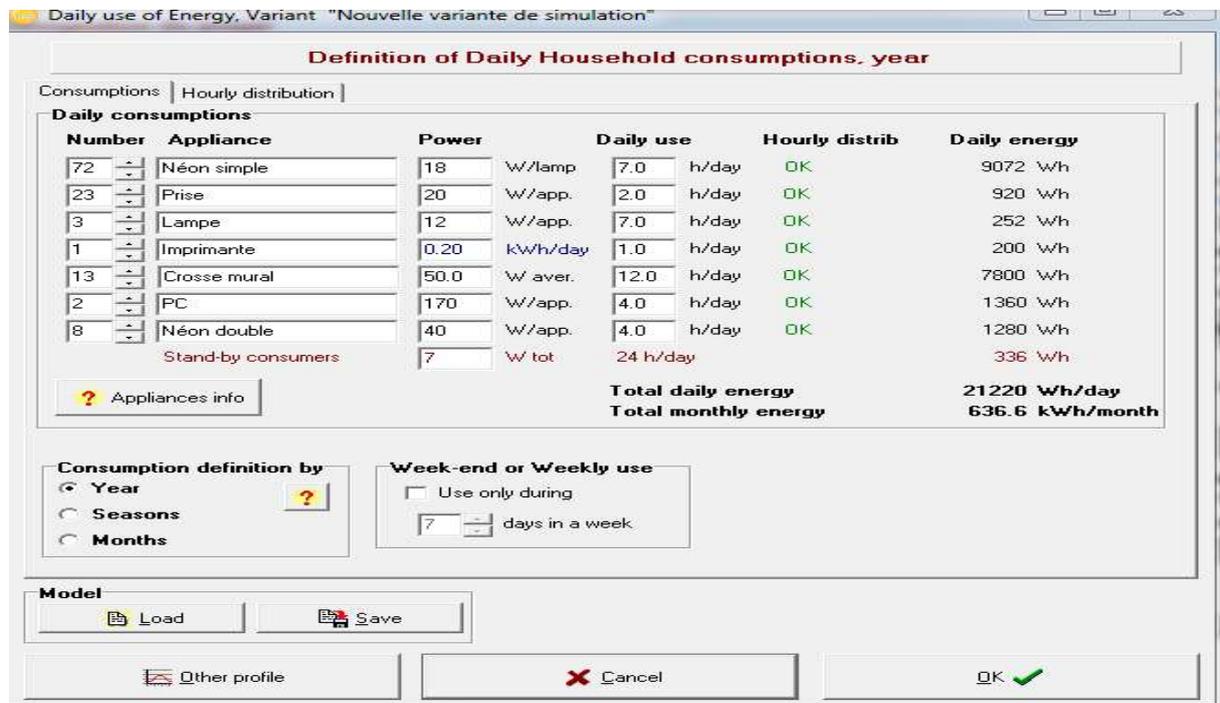


Figure 2-17 : la consommation

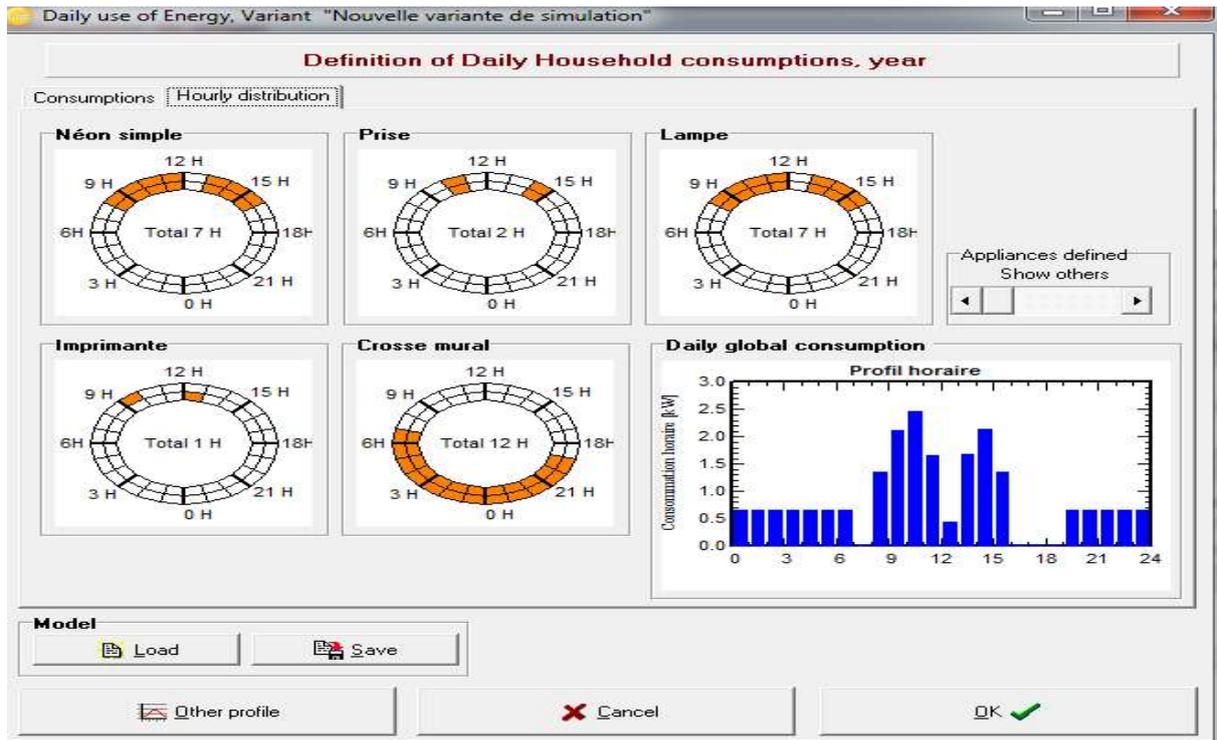


Figure 2-18: Distribution horaire.

4^{ème} étape : Le choix du système autonome (Type de batterie)

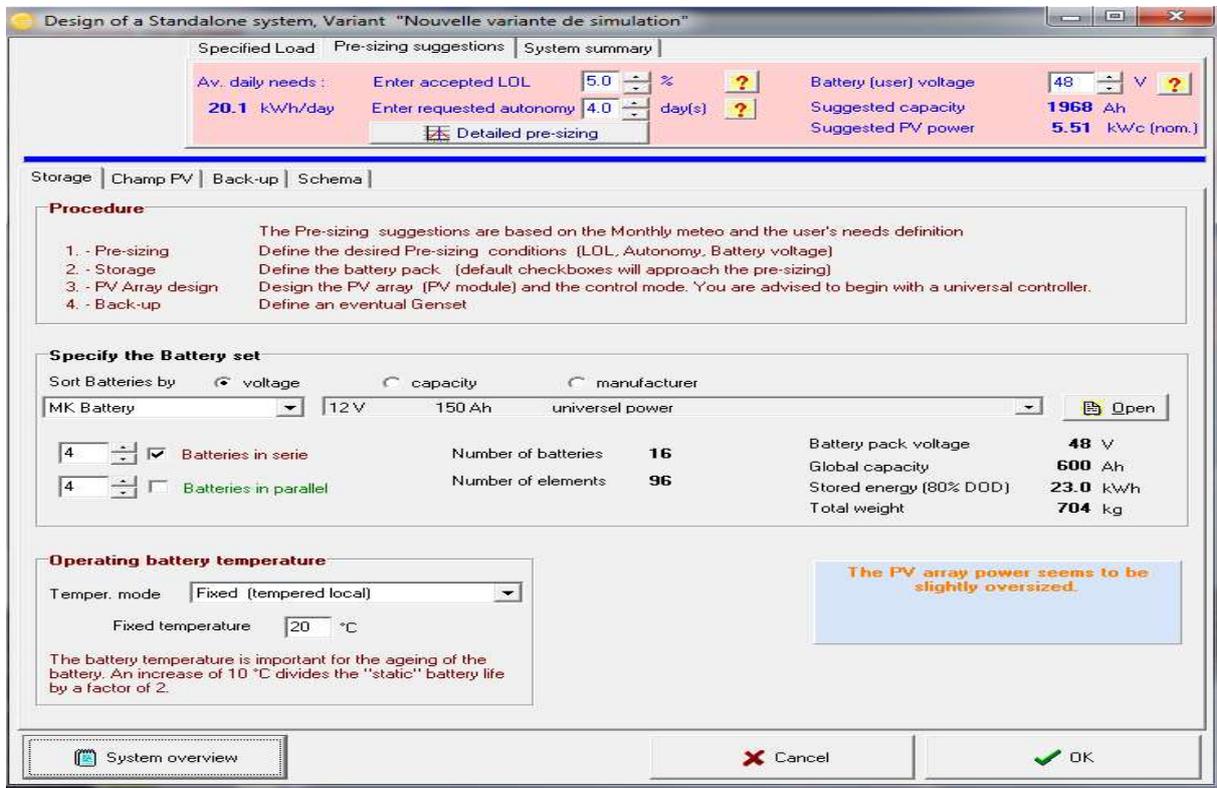


Figure 2-19: Caractéristique techniques de la batterie utilisée dans le système.

Le programme proposera le nombre de batteries en série et en parallèle, selon les suggestions obtenues dans l'outil de pré-dimensionnement précédent.

Vous devez également définir les conditions de température de fonctionnement pour les batteries, en fonction de votre mise en œuvre du système.

On choisit le type de module PV dans la base des données et sélectionner le mode de régulateur (MPPT) pour obtenir le nombre de modules en série ou en parallèle.

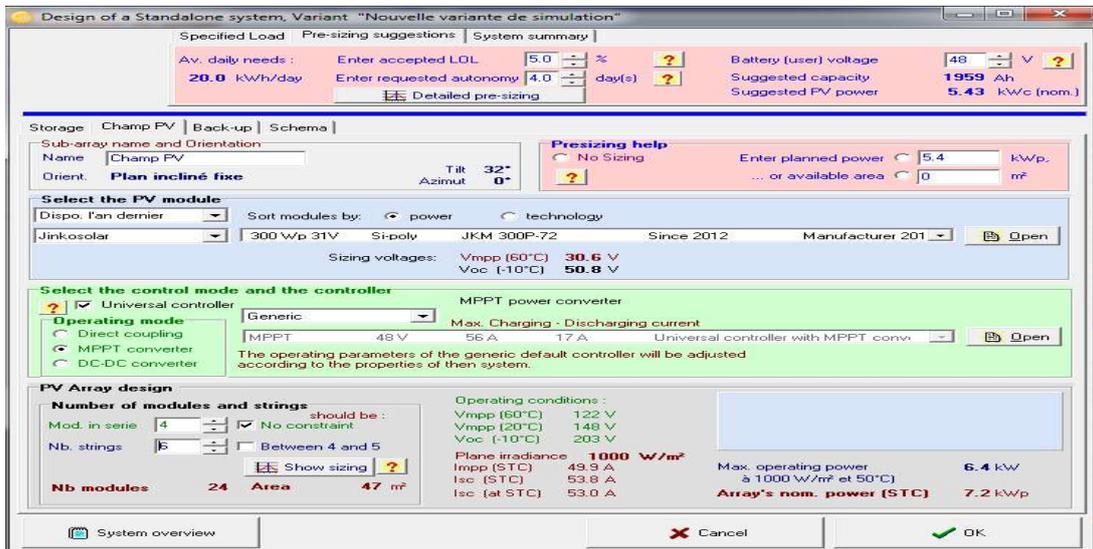


Figure 2-20: Caractéristique technique de module PV utilisée dans le système.

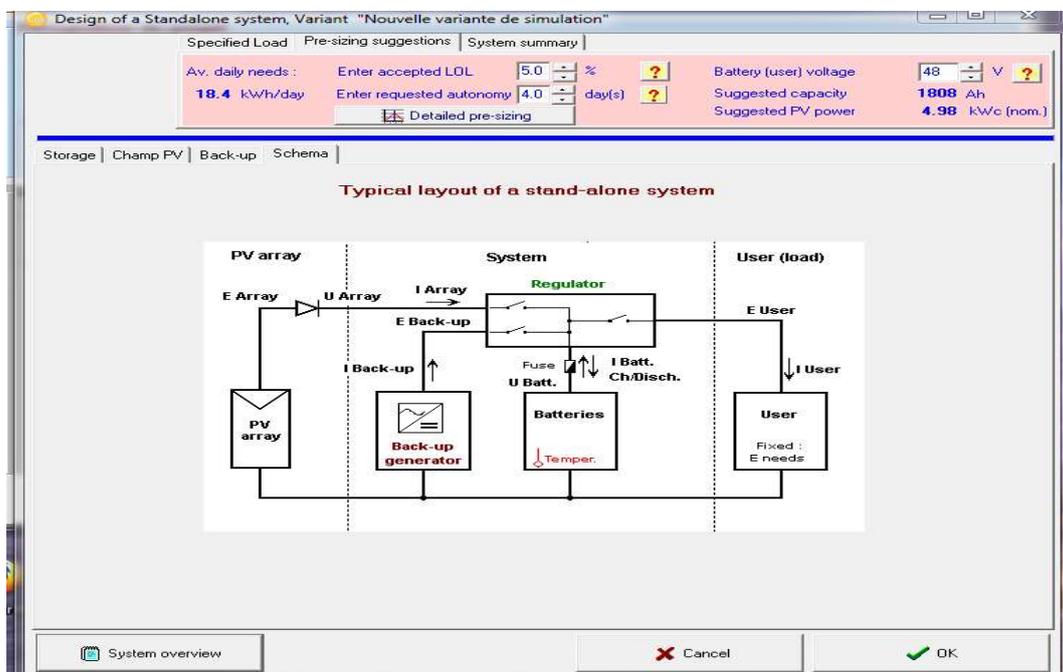


Figure 2-21: Disposition typique d'un système autonome.

La **figure** ci-dessus nous montre les branchements complets d'un système photovoltaïque avec un onduleur, un régulateur et des batteries avec les appareils de protection.

5ème étape : Simulation du projet

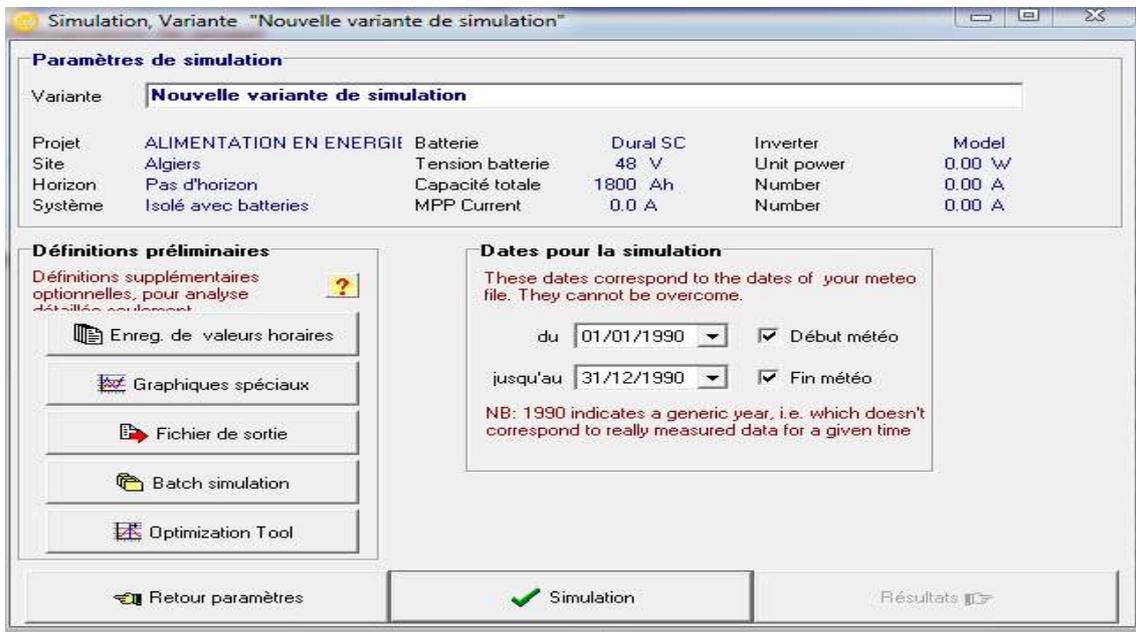


Figure 2-22: Simulation.

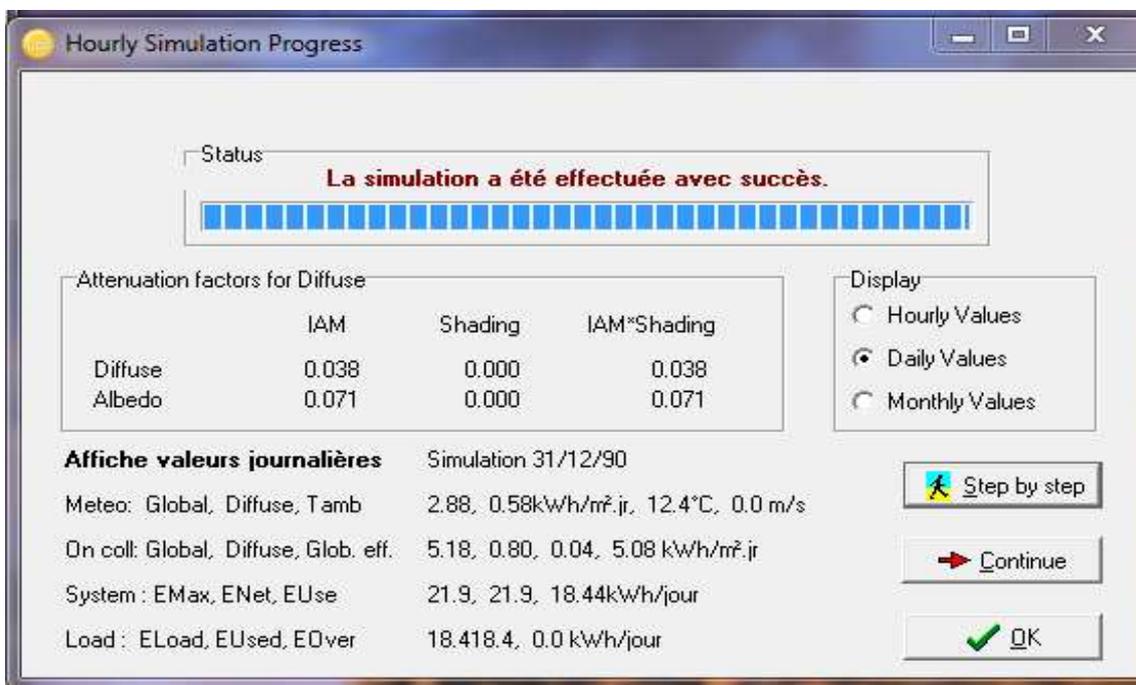


Figure 2-23: Fin de simulation.

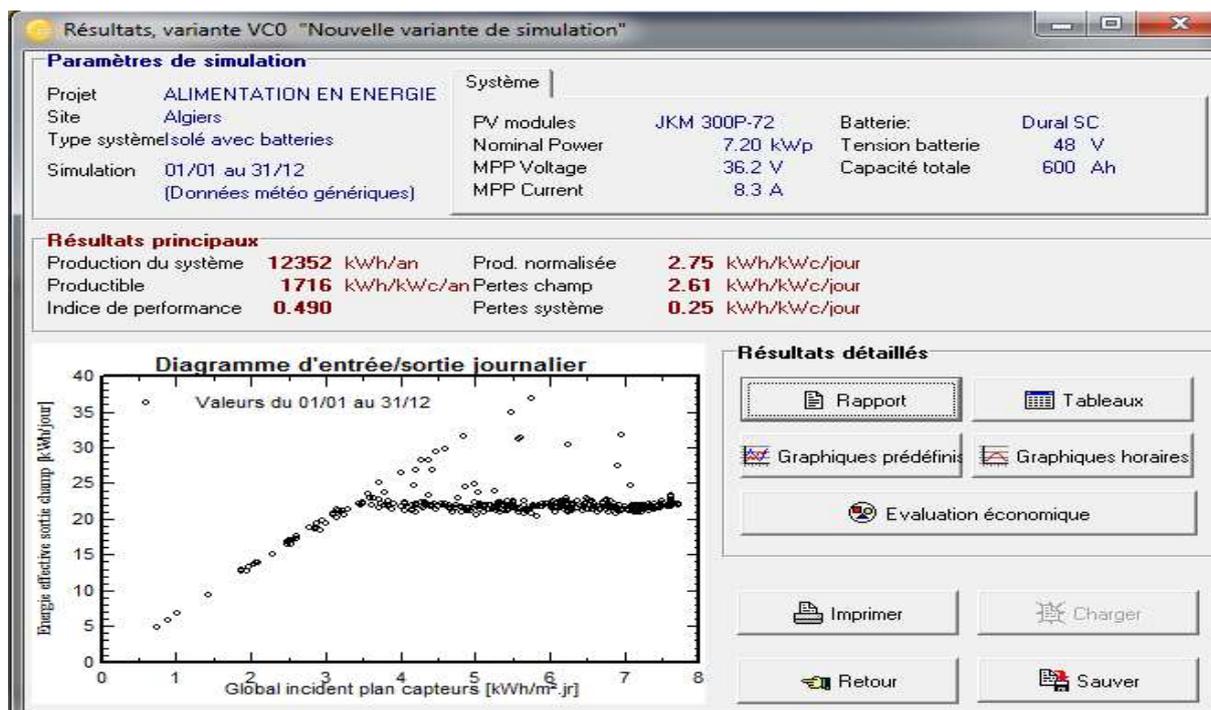


Figure 2-24: Résultats obtenus.

c- Résultats et discussions de la simulation :

Paramètres du système (Isolé avec batteries)

Orientation plan capteurs Inclinaison **32 °** Azimut **0°**

Caractéristiques du champ de capteurs :

Module PV	Si-mono	Modèle	JKM 315P-72	Fabricant	Jinkosolar
Nombre de modules PV		En série	3 modules	En parallèle	8 chaînes
Nombre total de modules PV		Nombre modules	24	Puissance unitaire	315Wc
Puissance globale du champ		Nominal(STC)	7.56 kWc	Aux cond. de fonct.	6.79 KWc (50°)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	89 V	I mpp	76 A
Surface totale		Surface modules	40.0m ²		

Caractéristiques du Batterie Caractéristiques du banc de batteries :

Tension 48 V Capacité nominale 600 Ah
 Nombre d'unités 4 en séries x 4 en parallèles

PVSYST V6.40		22/08/20	Page 1/4
Système isolé avec batteries: Paramètres de simulation			
Projet : ALIMENTATION EN ENERGIE SOLAIRE			
Site géographique	Mascara	Pays	Algeria
Situation	Latitude 36,7°N	Longitude	3.3°E
Temps défini comme	Temps légal	Fus. horaire	TU+1
	Albédo		Altitude 206 m
			0.20
Données météo:	Mascara	Synthétique - MeteoNorm 7.1	
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation			
	Date de la simulation	22/08/20 à 17h02	
Paramètres de simulation			
Orientation plan capteurs	Inclinaison	32°	Azimut 0°
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus Erbs, Meteonorm
Caractéristiques du champ de capteurs			
Module PV	Si-mono	Modèle	JKM 315M-72
<small>Original PVsyst database</small>		Fabricant	Jinkosolar
Nombre de modules PV	En série	3 modules	En parallèle 8 chaînes
Nombre total de modules PV	Nbre modules	24	Puissance unitaire 315 Wc
Puissance globale du champ	Nominale (STC)	7.56 kWc	Aux cond. de fonct. 6.79 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)	U mpp	89 V	1 mpp 76 A
Surface totale	Surface modules	40.0 m²	Surface cellule 41.0 m²
Facteurs de perte du champ PV			
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (vent) 0.0 W/m²K / m/s
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	20 mOhm	Frac. pertes 1.5 % aux STC
Perte diode série	Chute de tension	0.7 V	Frac. pertes 0.7 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes -0.8 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes 1.0 % au MPP
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo 0.05
Paramètres du système			
	Type de système	Système isolé avec batteries	
Batterie	Modèle	universal power	
	Fabricant	MK Battery	
Caractéristiques du banc de batteries	Tension	48 V	Capacité nominale 600 Ah
	Nombre d'unités	4 en série x 4 en parallèle	
	Température	Fixée (20°C)	
Controller	Modèle	Universal controller with MPPT converter	
	Technologie	MPPT converter	Coeff. de temp. -5.0 mV/°C/elem.
Convertisseur	Efficacité maxi et EURO	97.0/95.0 %	
Battery management control	Threshold commands as	SOC calculation	
	Charge	SOC = 0.90/0.75	i.e. approx. 73.3/50.1 V
	Décharge	SOC = 0.20/0.45	i.e. approx. 44.4/48.9 V
Besoins de l'utilisateur :	Consomm. domestique moyenne	Constants sur l'année 21.2 kWh/Jour	

Pvysysimulation mode

Figure 2-25: Principaux résultats de simulation.

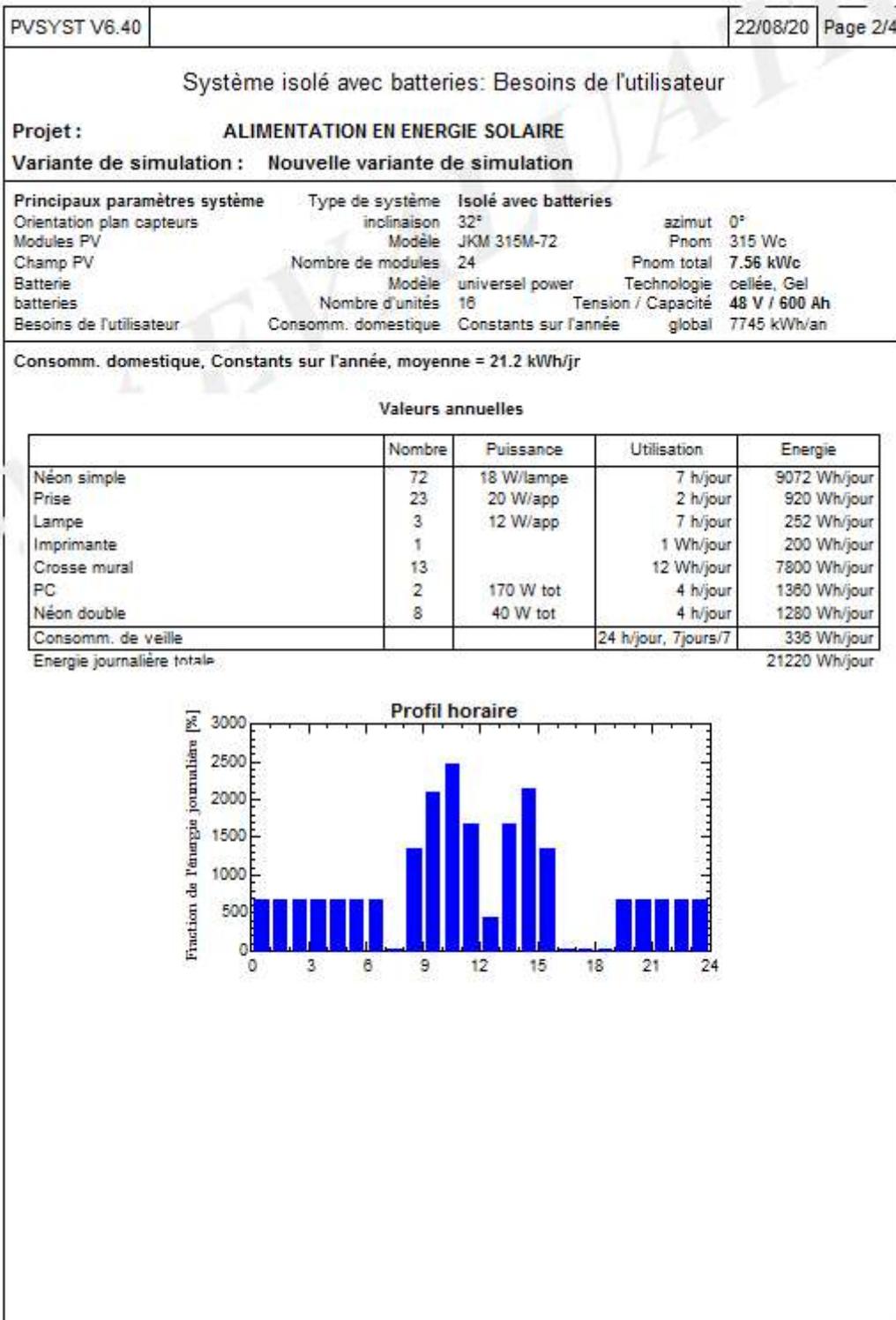


Figure 2-26: besoin de l'utilisateur.

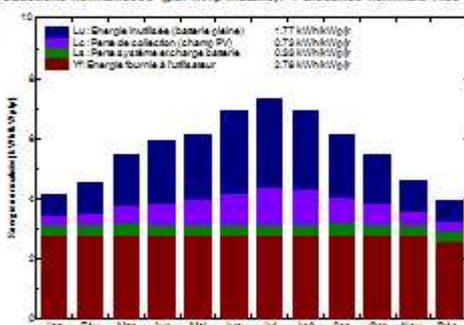
Système isolé avec batteries: Résultats principaux

Projet : ALIMENTATION EN ENERGIE SOLAIRE
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

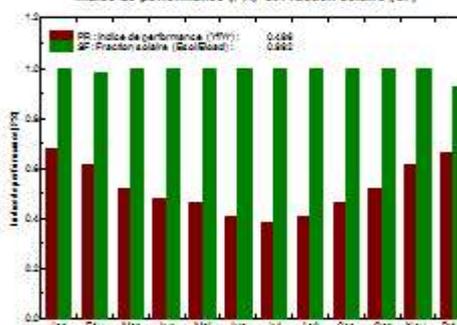
Principaux paramètres système	Type de système	Isolé avec batteries		
Orientation plan capteurs	inclinaison	32°	azimut	0°
Modules PV	Modèle	JKM 315M-72	Pnom	315 Wc
Champ PV	Nombre de modules	24	Pnom total	7.56 kWc
Batterie	Modèle	universel power	Technologie	cellée, Gel
batteries	Nombre d'unités	16	Tension / Capacité	48 V / 600 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Constants sur l'année	global	7745 kWh/an

Principaux résultats de la simulation				
Production du système	Energie disponible	13.13 MWh/an	Productible	1736 kWh/kWc/an
	Energie utilisée	7.68 MWh/an	En excès (inutilisée)	4.88 MWh/an
	Indice de performance (PR)	49.6 %	Fraction solaire (SF)	99.2 %
Besoins non satisfaits	Fraction du temps	0.6 %	Energie manquante	0.06 MWh/an

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 7.68 kWp



Indice de performance (PR) et Fraction solaire (SF)



Nouvelle variante de simulation
 Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Avail MWh	E Unused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SolFrac
Janvier	81.1	125.4	0.861	0.157	0.000	0.658	0.658	1.000
Février	91.4	122.8	0.846	0.215	0.010	0.584	0.594	0.983
Mars	140.6	164.7	1.110	0.401	0.000	0.658	0.658	1.000
Avril	166.8	171.3	1.147	0.465	0.000	0.637	0.637	1.000
Mai	198.0	184.0	1.217	0.512	0.000	0.658	0.658	1.000
Juin	223.9	200.7	1.299	0.617	0.000	0.637	0.637	1.000
Juillet	238.8	220.1	1.390	0.685	0.000	0.658	0.658	1.000
Août	206.6	208.6	1.318	0.613	0.000	0.658	0.658	1.000
Septembre	157.3	178.8	1.152	0.466	0.000	0.637	0.637	1.000
Octobre	123.9	163.7	1.069	0.363	0.000	0.658	0.658	1.000
Novembre	87.1	133.4	0.906	0.228	0.000	0.637	0.637	1.000
Décembre	72.9	119.0	0.812	0.157	0.051	0.607	0.658	0.923
Année	1788.4	1993.0	13.125	4.879	0.061	7.685	7.745	0.992

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

Play@Simulation mode

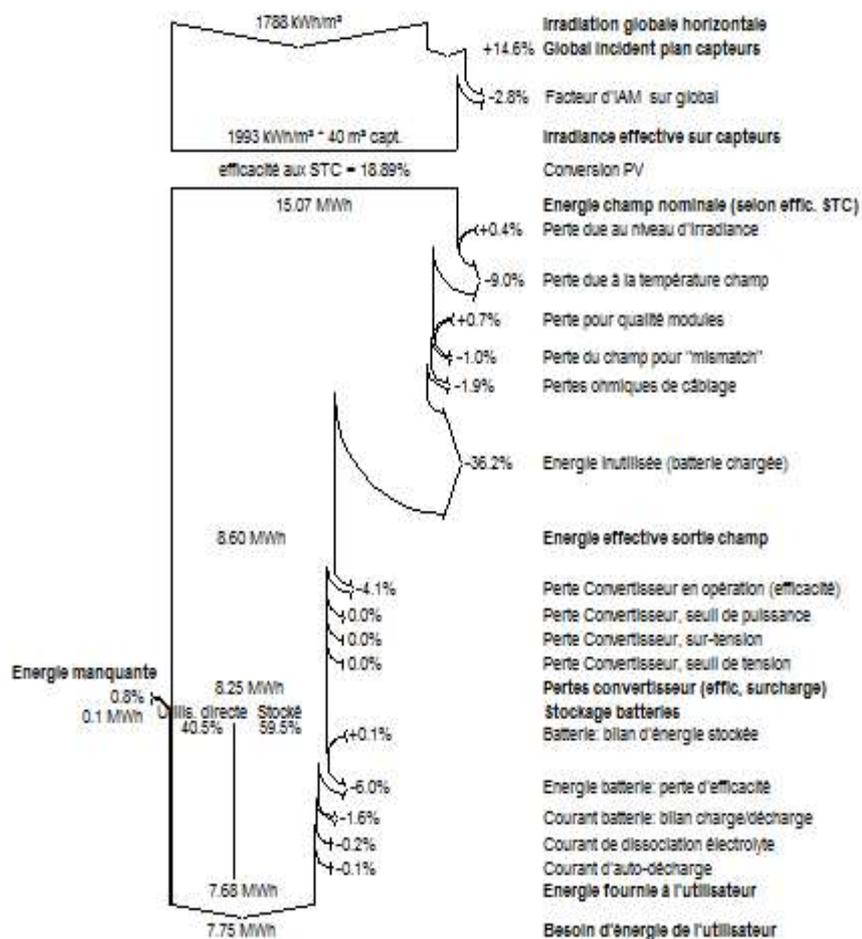
Figure 2-27: Résultats principaux.

Système isolé avec batteries: Diagramme des pertes

Projet : **ALIMENTATION EN ENERGIE SOLAIRE**
 Variante de simulation : **Nouvelle variante de simulation**

Principaux paramètres système	Type de système	Isolé avec batteries		
Orientation plan capteurs	inclinaison	32°	azimut	0°
Modules PV	Modèle	JKM 315M-72	Pnom	315 Wc
Champ PV	Nombre de modules	24	Pnom total	7.56 kWc
Batterie	Modèle	universel power	Technologie	cellée, Gel
batteries	Nombre d'unités	18	Tension / Capacité	48 V / 600 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Constants sur l'année	global	7745 kWh/an

Diagramme des pertes sur l'année entière



Pvysys@simulation mode

Figure 2-28: Diagramme des pertes.

On déterminera ici les pertes du système :

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

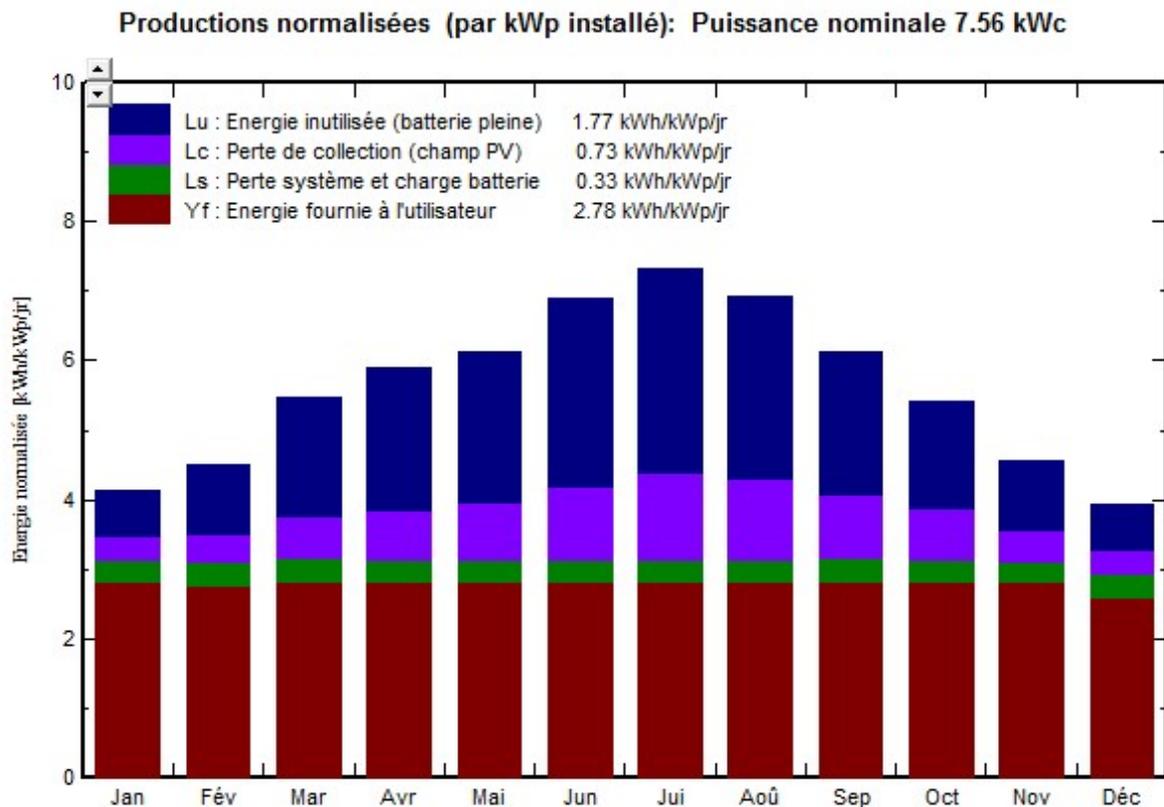


Figure 2-29: Les productions normalisées.

La **figure (2.29)** résume les pertes influençant la production du système **PV** à savoir : les pertes ohmiques du câblage, effets d'incidence, pertes dues à la température du champ, pertes due à la qualité des modules,... etc. Parmi celles-ci, nous remarquons que la contribution la plus importante est celle de l'onduleur, d'où l'importance de prendre en considération l'efficacité de l'onduleur.

La figure représente l'indice de performance qui est défini par le rapport de la production du système par l'énergie incidente de référence. Autrement dit, il représente l'efficacité globale du système par rapport à ce qu'on pourrait en attendre selon la puissance installée et peut atteindre 80% dans les meilleures installations **PV**

Nouvelle variante de simulation
Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail kWh	EUnused kWh	E Miss kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
Janvier	81.1	125.4	861	157.0	0.00	657.8	657.8	1.000
Février	91.4	122.8	846	215.3	10.07	584.1	594.2	0.983
Mars	140.6	164.7	1110	401.2	0.00	657.8	657.8	1.000
Avril	166.8	171.8	1147	465.0	0.00	636.6	636.6	1.000
Mai	198.0	184.0	1217	512.0	0.00	657.8	657.8	1.000
Juin	223.9	200.7	1299	617.4	0.00	636.6	636.6	1.000
Juillet	238.8	220.1	1390	684.7	0.00	657.8	657.8	1.000
Août	206.6	208.6	1318	612.7	0.00	657.8	657.8	1.000
Septembre	157.3	178.8	1152	466.0	0.00	636.6	636.6	1.000
Octobre	123.9	163.7	1069	362.7	0.00	657.8	657.8	1.000
Novembre	87.1	133.4	906	228.0	0.00	636.6	636.6	1.000
Décembre	72.9	119.0	812	157.4	50.69	607.1	657.8	0.923
Année	1788.4	1993.0	13125	4879.4	60.75	7684.5	7745.3	0.992

Figure 2-30: Bilans des résultats principaux.

GlobHor : Rayonnement global horizontal : une combinaison du rayonnement diffuse global et du rayonnement direct global pour une surface horizontale.

E Avail : Energie solaire disponible

E Unused : Energie inutilisée (batterie chargée)

E Miss : Energie manquante

E User : Energie fournie a utilisateur

E Load : Besoin d énergie d'utilisateur

SolFrac : Fraction solaire (E utile/E besoin)

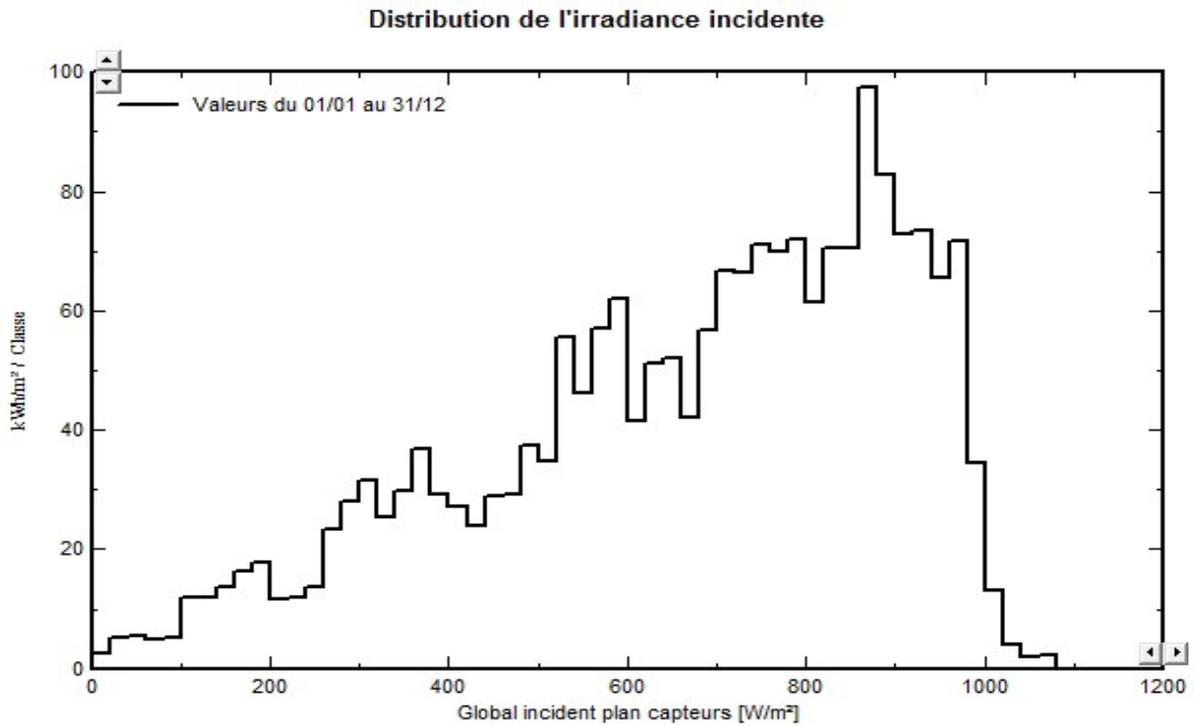


Figure 2-31: Distribution annuelle de l'irradiante incidente.

En comparant les deux figures, nous remarquons que la distribution de la puissance en sortie du champ PV varie suivant la même tendance que la distribution du rayonnement incident, à une échelle différente

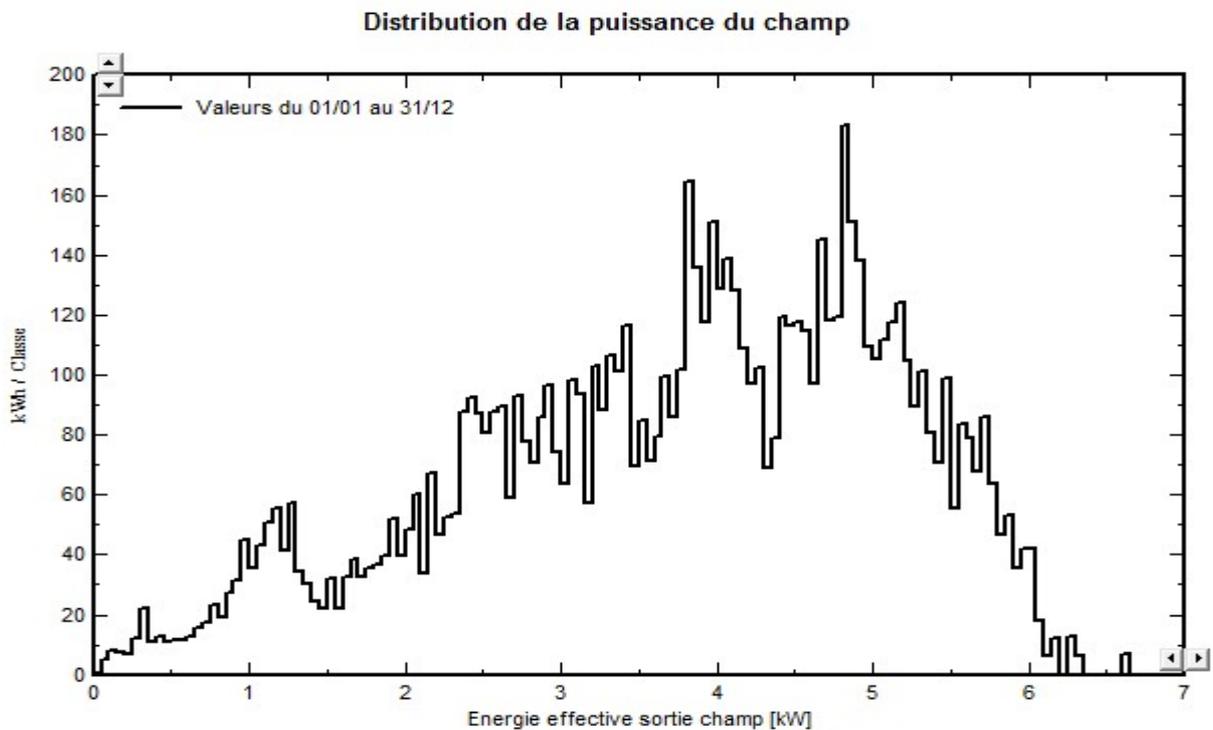


Figure 2-32: Distribution annuelle de la puissance en sortie du champ PV.

d- Conclusion :

Le logiciel **PVsys** donne un dimensionnement un système photovoltaïque avec une prise en compte de tous les aspects: pertes, emplacement géographique,...etc.

Les résultats obtenus par le dimensionnement manuel et par logiciel **PVsys** sont les mêmes.

2.4 Dimensionnement solaire thermique d'école :

Une installation de production d'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire comporte en général 5 sous-ensembles caractérisant: le captage, le transfert, le stockage, l'appoint et la distribution. La réduction des consommations d'énergie par rapport à une installation classique dépend du climat, du lieu d'implantation des capteurs solaires, du dimensionnement et de la conception du système, ainsi que du choix des composants et de leur maintenance. Il est donc nécessaire, lors de l'étude d'un besoins à satisfaire.

2.4.1 Les conditions d'installations :

L'installation d'un chauffe-eau solaire doit être pensée en fonction de plusieurs paramètres

- la taille de logement
- l'exposition du logement
- le nombre d'occupants
- le mode de vie
- la situation géographique

2.4.2 Application numérique de la méthode de dimensionnement (cas d'étude) :

1) Pour restaurant

- Calcul du volume du ballon de stockage :

$$V_{st,min} = \frac{2 \times V_p \times P \times (T_{ec} - T_{ef})}{T_{st} - T_{ef}}$$

V_p : Consommation journalière par personne en litres.

A cuire et éviers **45** litres

$$V_{st,min} = \frac{2 \times 45 \times 4 \times (46 - 8)}{(56 - 8)} = 285 \text{ l}$$

On recommandera dans ce cas un ballon de **300** litres de capacité.

- **Calcul de l'énergie calorifique journalière nécessaire au chauffage de l'eau :**

$$E_j = V \times C_p \times \rho \times (T_{st} - T_{ef})$$

$$E_j = 300 \times 1.16 \times (56 - 8)$$

$$E_j = 16.704 \text{ kwh/jour}$$

- **Calcul de la surface et le nombre de panneaux thermique :**
calcul de la surface totale des panneaux :

$$S_{tot} = \frac{E_j}{G_j}$$

G_j : Le gisement solaire est 5kwh/jour

$$S_{tot} = \frac{16704}{5000} = 3.341 \text{ m}^2$$

Calcul du nombre de panneaux :

$$N_{p.th} = \frac{S_{tot}}{S_u}$$

S_u : Surface unitaire d'un panneau solaire thermique.

On prend capteur **k720-TS-D15** d'une surface de **1.95m²**

$$N_{p.th} = \frac{3.341}{1.95} = 1.713$$

On prend nombre de panneaux, $N_{p.th} = 2$ **panneaux**

2) Pour sanitaire :

- **Calcul du volume du ballon de stockage :**

$$V_{st,min} = \frac{2 \times V_p \times P \times (T_{ec} - T_{ef})}{T_{ec} - T_{ef}}$$

V_p : Consommation journalière par personne en litres.

Lave main : 1 litre

$$V_{st,min} = \frac{2 \times 1 \times 95 \times (50 - 8)}{(54 - 8)} = 173 \text{ l}$$

On prend un ballon de stockage de 200 litres.

- **Calcul de l'énergie calorifique journalière nécessaire au chauffage de l'eau :**

$$E_j = V \times C_p \times \rho \times (T_{st} - T_{ef})$$

$$E_j = 200 \times 1.16 \times (54 - 8)$$

$$E_j = 10.672 \text{ kwh/j}$$

➤ **Calcul de la surface et le nombre de panneaux thermique :**

$$S_{tot} = \frac{E_j}{G_j}$$

G_j : Le gisement solaire est 5kwh/jour

$$S_{tot} = \frac{10672}{5000} = 2.1344 \text{ m}^2$$

Calcul du nombre de panneaux :

$$N_{p.th} = \frac{S_{tot}}{S_u}$$

S_u : Surface unitaire d'un panneau solaire thermique.

On prend capteur **k720-TS-D15** d'une surface de **1.95 m²**

$$N_{p.th} = \frac{2.1344}{1.95} = 1.09$$

On prend nombre de panneaux : $N_{p.th} = 1$ panneaux

❖ **Devis quantitatif :**

Tableau 2-2: Devis quantitatif des éléments de l'installation des panneaux thermique.

Eléments d'installation	Nombre	Emplacement
Panneaux thermique	3	Toiture
Ballon de stockage	2	Toiture

▪ **Equipements l'installation :**

En général Une installation solaire thermique se compose de différentes parties :

- le récepteur d'énergie (les capteurs solaires de type **k720-TS-D15**)
- Ballon 300 EM et Ballon 200 EM
- certaines pièces indispensables qui composent une installation solaire : connexion hydraulique ballon/capteur, groupe de sécurité.

2.4.3 Instructions d'installation :

Avant de commencer à monter le support il est très important de s'assurer que :

- Le lieu d'installation n'est pas entravé par un obstacle (mur, arbre, etc...), pendant toute l'année.
- La surface de la pose du support est bien plane et horizontale afin d'éviter toute torsion du support qui pourrait se répercuter sur le capteur et causer la casse de sa vitre.

Tableau 2-3 : Les éléments de montage du chauffe-eau

LETTRES	NOM
A	Semelle
B	Longeron
Fh	Traverse haut
Fb	Traverse bas
G	support ballon avant
H	support ballon arrière
I	Capteur solaire
J	Ballon solaire
K	Tube retour d'eau chaude
L	Tube retour d'eau froide

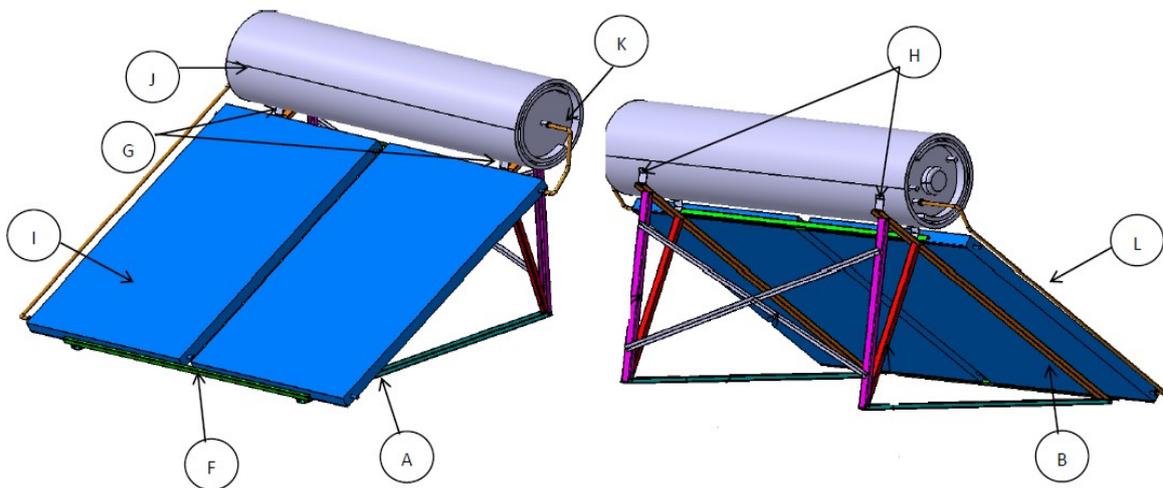
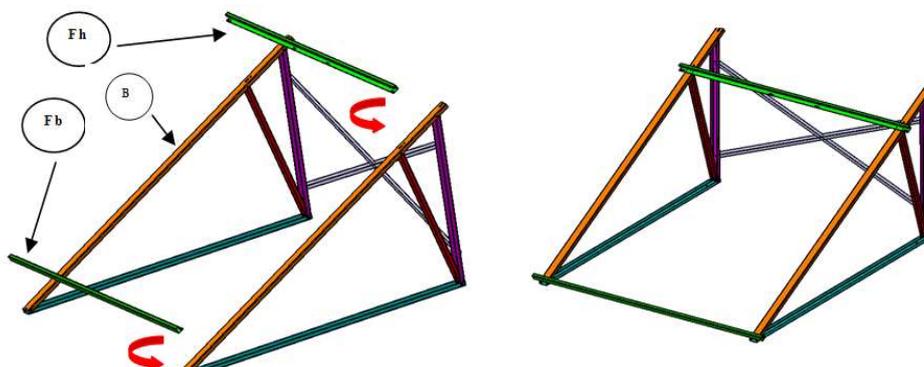


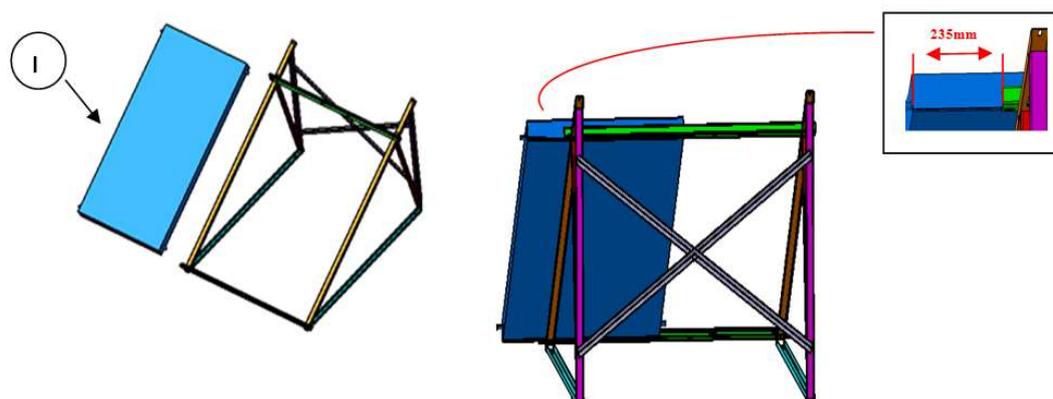
Figure 2-33: Notice de montage du chauffe-eau.

Etape 1



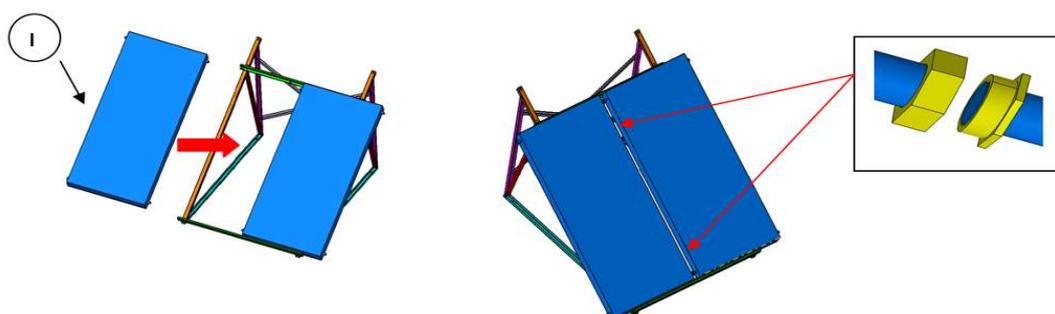
- Visser (avec serrage) le Traverse bas (Fb)
- Visser légèrement la Traverse haute (Fh) sur les Longerons (B) sans faire la fixation définitive afin de pouvoir faire glisser la traverse lors du montage du capteur ultérieurement.

Etape 2



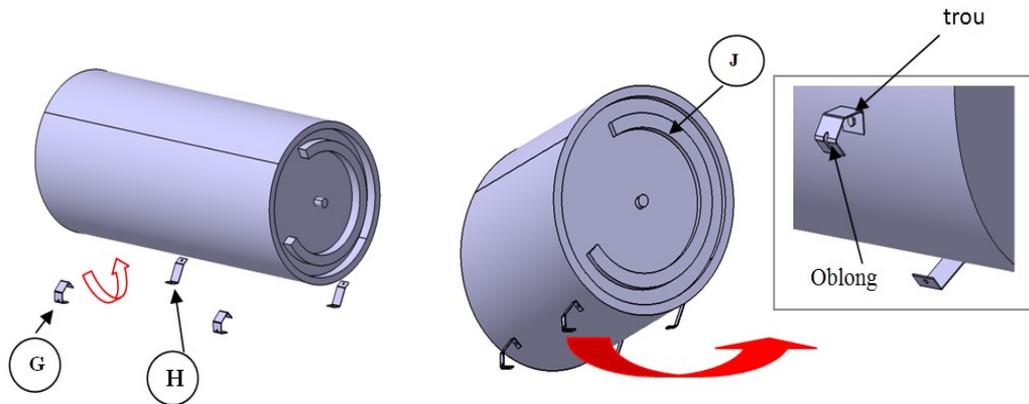
- Placer et bien centrer le premier capteur (I) sur les triangles, vérifié que la distance entre l'extrémité du capteur (I) et traverse haute (Fh) doit être 235 mm.
- Glisser l'écrou carré du capteur jusqu'à l'oblong de la traverse haute (Fh).
- Visser la traverse haute (Fh) et le capteur (*Utiliser deux rondelles pour chaque vis*)

Etape 3



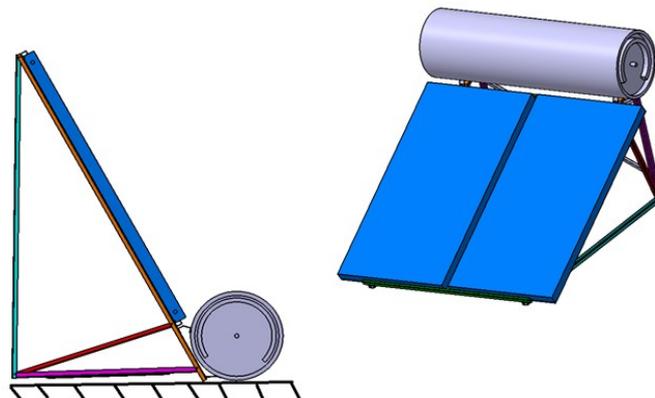
- Relier les deux capteurs en utilisant les deux raccords (*Mettre le joint fibre lors du raccordement des capteurs*).
- Puis Glisser l'écrou carré du capteur (**I**) jusqu'à l'oblong de la traverse haut (**Fh**).
- Visser le capteur sur la traverse haute (**Fh**) (*Utiliser quatre rondelles pour chaque vis*)
- Serrer les deux vis de la traverse haute (**Fh**) sur le longeron.

Etape 4



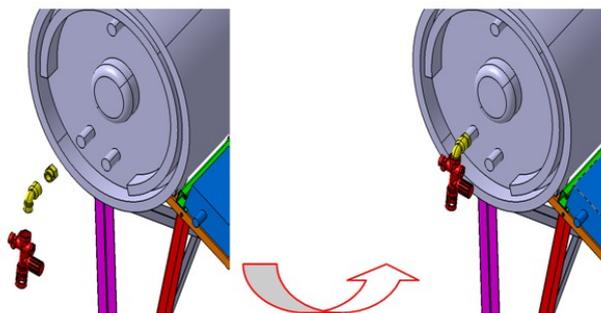
- Fixer les supports ballon avant (**G**) et les supports ballon arrière (**H**) sur le ballon (**J**).
- Assurez-vous que les supports ballon avant (**G**) soient vissés sur le ballon à travers les trous et non pas sur l'oblong (lumière).

Etape 5



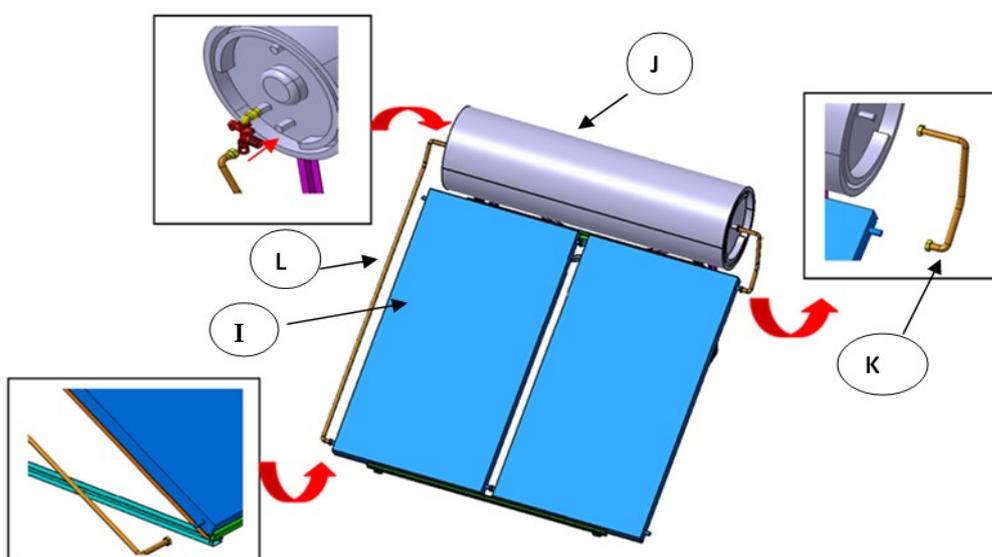
- visser le ballon (**J**) et leur support sur le longeron (**B**) dans la position illustrée par la photo.
- Ensuite mettre le chauffe-eau dans sa position initiale.

Etape 6



- ❖ Fixer le groupe de sécurité sur le ballon (J).

Etape 7



- Monter le tube (k) sur le capteur (I)
- Monter le tube de retour d'eau chaude (k) sur l'embout du ballon (J).
- Monter le tube départ d'eau froide (L) sur le capteur (I).
- Monter ensuite le tube départ d'eau froide (L) sur l'embout du ballon (J), comme indiqué dans la photo.

Remarque :

Ces étapes pour un ballon de 300L et 2 capteurs, et pour installation de sanitaire en sui la même étape mais on pond un ballon de 200L et un seul capteur.

Dernière étape : le système est prêt à être utilisé (300L)

2.4.4 Calcul des performances d'une installation solaire de production d'eau chaude par logiciel SOLO :

Le logiciel SOLO permet de dimensionner les installations solaires de production d'eau chaude. il permet essentiellement de simuler plusieurs systèmes solaires tels que le chauffage individuel, le collectif ou même celui des piscines, Son interface est très simple est et destinée pour tous les pays concernant l'Algérie, il donne les principales régions selon le zonage tel qu'Alger, Biskra, Adrar, et Sidi Bel Abbés, lorsque Sidi Bel Abbés et Mascara dans le même région, on doit choisie latitude de Mascara a partir de sidi bel Abbés.

1. Les étapes :

➤ Définition de la station météorologique

L'outil SOLO inclut une base de données de stations météorologiques. On doit sélectionner (Algérie station de Sidi Bel Abbés).

➤ Définition suivant modèle ESM2 :

La température d'eau froide TEF est automatiquement calculée mois par mois à partir de la température extérieure TEXT (définie par la station météorologique) suivant la méthode :

$$\text{ESM2 : TEF (mois)} = (\text{TEXT (mois)} + \text{TEXT (an)})/2$$

➤ Définition suivant modèle ESM2+3° :

La température d'eau froide est calculée mois par mois en ajoutant 3°C à la valeur ESM2 (l'analyse des mesures a montré que la méthode ESM2 donnait souvent des valeurs plus faibles que les valeurs réelles constatées)

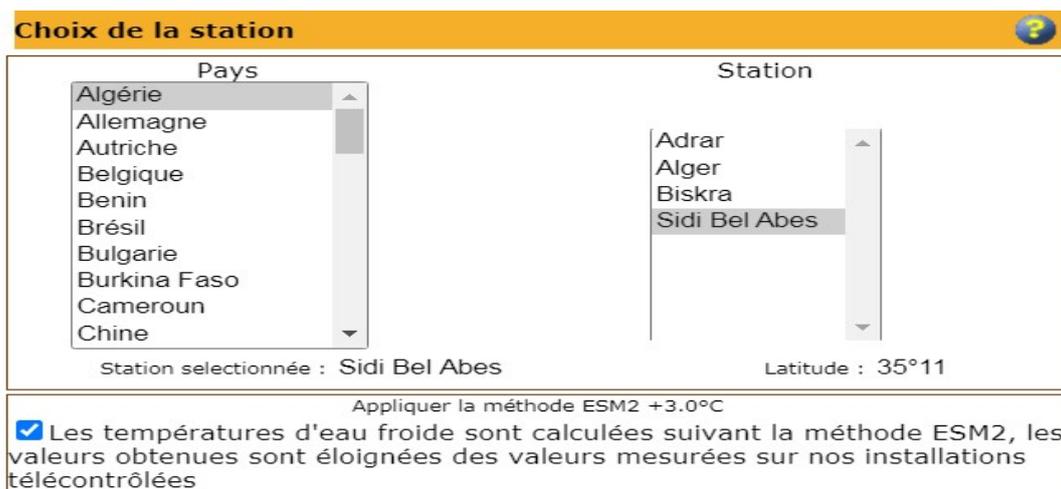


Figure 2-34 : Choix de station

➤ **Consommation**

Consommation annuelle 46 L/jour

➤ **Stockage**

On doit définir :

- ✓ La situation d'installation
- ✓ Type installation
- ✓ Température de l'eau et volume de stockage total.

Stockage

Situation par rapport au bâtiment

Extérieur

Intérieur

Type installation  Thermosiphon sans échangeur

Température de l'eau 56 °C

Volume de stockage total 300 Litres

Nombre de ballons 1

Figure 2-35 : Stockage.

➤ **Constant de refroidissement**

À l'aide de la fiche technique on doit définir cette constante

Constante de refroidissement

Vous connaissez sa valeur :

non

Type d'isolant Polyuretane

Epaisseur de l'isolant 5.5 cm

oui

Constante de refroidissement

Wh/jour.l.°C

Figure 2-36 : Constant de refroidissement.

• **Capteur I :**

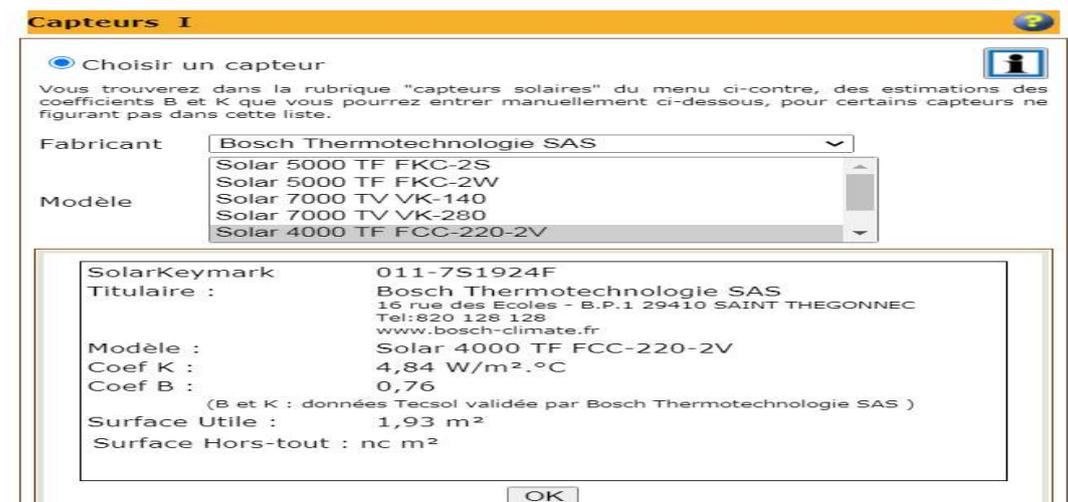


Figure 2-37 : Choix de capteur solaire.

- **Capteur II :**

L'inclinaison est l'angle entre le plan du panneau solaire et le sol et sa valeur égal la valeur de latitude (35°) ... L'orientation est l'angle entre le panneau solaire et l'axe plein Sud (Azimut) . À 0° l'angle d'orientation correspond à un panneau faisant face au Sud

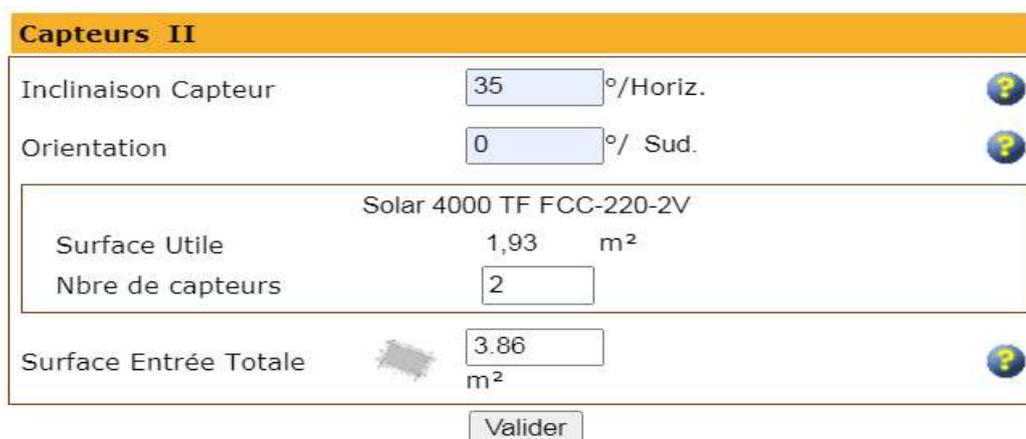


Figure 2-38 : Orientation et Inclinaison de capteur.

2. Calculs et résultat :

Une fois les saisies effectuées, un clic sur le bouton valider affiche la page des résultats.

Depuis cette page, on peut :

Demander l'envoi par mail des résultats (tout en bas). Il faudra saisir vos coordonnées ensuite.

L'envoi est fait immédiatement.

Rapport obtenu par logiciel SOLO

Sidi Bel Abes, Latitude: 35 11	23/08/2020
--------------------------------	------------

Donnees meteo

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T extérieure	10	11	12	14	17	21	25	25	23	18	14	11
T eau froide	16,38	16,88	17,38	18,38	19,88	21,88	23,88	23,88	22,88	20,38	18,38	16,88

T eau froide : Methode ESM2 +3.0 C

Installation

<i>Capteurs</i>		<i>Stockage</i>	
Surface	3,86m2	Situation	Exterieur
Solar 4000 TF FCC-220-2V Bosch Thermotechnologie SAS (2 x 1,93 m2)			
Inclinaison	35 /Horiz	Temperature ECS	56 C
Orientation	0 / Sud	Volume de stockage	300 Litres
(*Coefficient B	0,76	Cste de refroidissement	0,2076 Wh/jour.l. C
(*Coefficient K	4,84W/m2. C	Type d'installation	Thermosiphon sans échangeur

(*)Coefficient B et Coefficient K : donnees Tecsol validees par Bosch Thermotechnologie SAS

	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	3791	66	32	1,0	48,5	46
Fevrier	4325	59	36	1,3	62,1	46
Mars	5752	64	51	1,7	80,1	46
Avril	5897	60	53	1,8	88,5	46
Mai	6208	60	56	1,8	93,6	46
Juin	5954	55	53	1,8	96,0	46
Juillet	6278	53	52	1,7	98,2	46
Aout	6210	53	52	1,7	97,9	46
Septembre	5270	53	50	1,7	93,4	46
Octobre	4694	59	47	1,5	79,1	46
Novembre	4213	60	36	1,2	60,0	46
Decembre	3420	65	29	0,9	45,3	46

Taux couverture solaire	77,5	%	Apport solaire annuel	548	kWh/an
Besoin annuel	707	kWh/an	Productivite annuelle	142	kWh/m2.an

calcul realise sur www.tecsol.fr

3. Analyse de résultat

- Evolution des irradiations solaires mensuelles pendant l'année

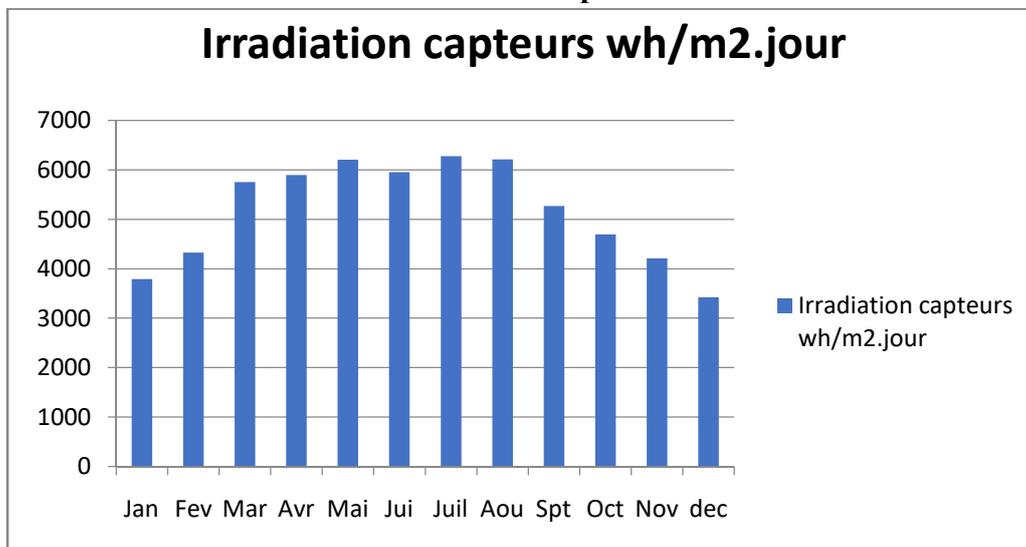


Figure 2-39: Evolution des irradiations solaires mensuelles pendant l'année.

Pour la région de notre étude, on remarque que la courbe de l'irradiation représentée en **figure (2-39)** suit une forme d'une cloche, elle atteint son maximum au mois de juillet pour une valeur de 6278 [Wh/m²] et un minimum en hiver (mois de décembre) avec une valeur de 3420 Wh/m². On peut dire aussi que c'est un potentiel très important pour des telles installations.

- Evolution des besoins mensuels

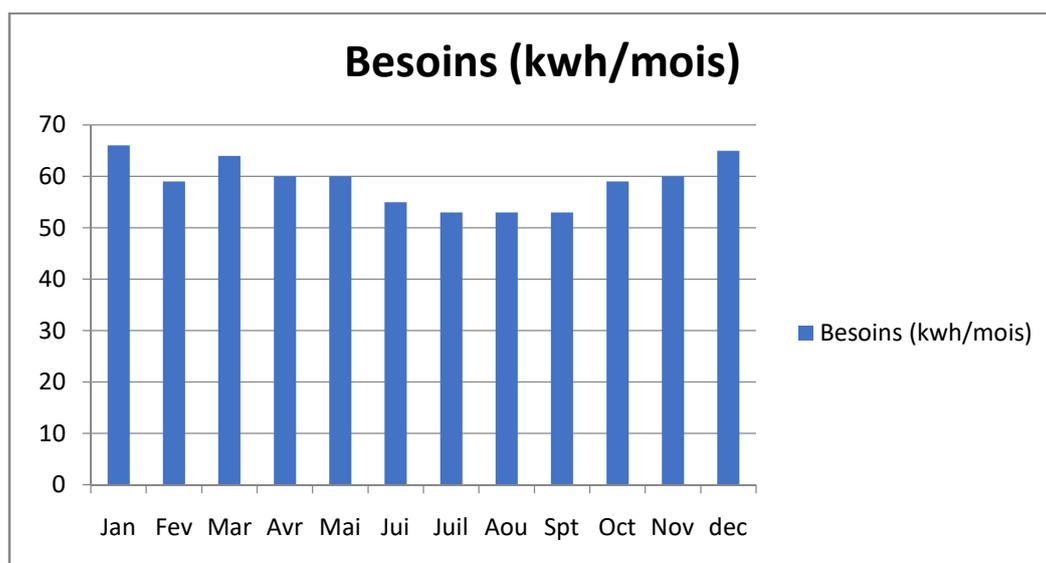


Figure 2-40: Evolution des besoins mensuels.

La distribution des besoins mensuels pendant l'année sont rapportés dans la **figure (2-40)**. On remarque que les besoins varient d'une saison à une autre. Les besoins en eau chaude sont importants lors de la saison hivernale avec des valeurs moyennes de 66 kWh / mois, et moindres en saison estivale avec des valeurs moyennes de 53 kWh/ mois.

✓ **Résultat final de la simulation**

Les principaux résultats de la simulation pour les performances thermiques de l'installation de production d'eau chaude solaire sont donnés dans le tableau Résultat de la simulation :

Tableau 2-4 : Résultat de la simulation

Paramètre	Résultats
Taux couverture solaire	77.5%
Besoin annuel	707kwh/an
Apport solaire annuel	548 Kwh/an
Productivité annuel	142Kwh/m ² .an

On remarque que le taux annuel de couverture solaire pour la configuration choisie pour l'installation en termes de surface et de capacité, ainsi que le choix des performances du capteur atteint un taux moyen annuel de couverture solaire de 77.5 %, un taux assez important, ce qui confirme le choix préliminaire de notre installation.

Remarque :

Le taux de couverture solaire indique le pourcentage annuel d'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire pouvant être couvert par l'installation solaire.

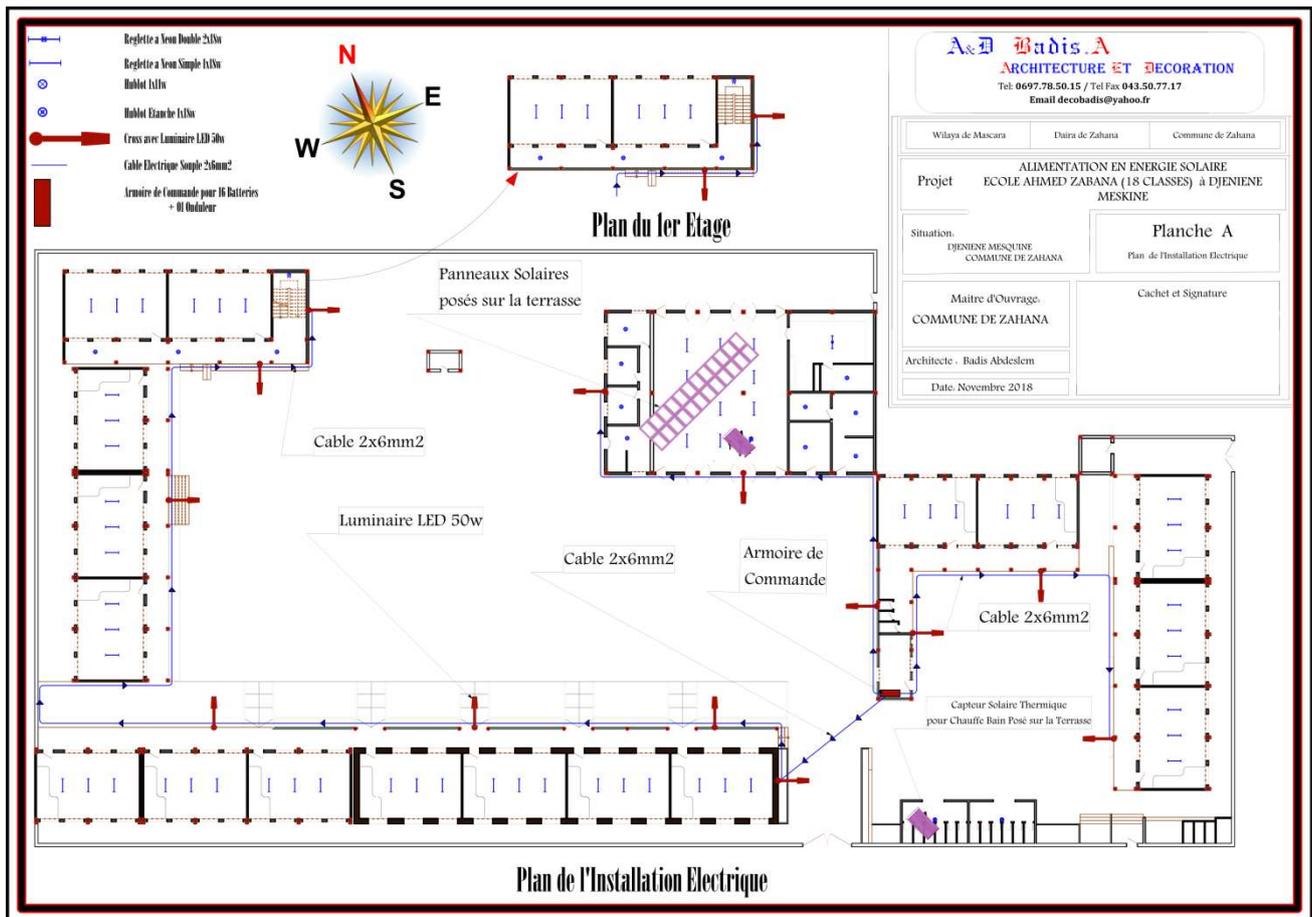


Figure 2-41: Plan de l'installation électrique

2.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude de dimensionnement pour l'alimentation d'une école primaire par l'énergie solaire (photovoltaïque et thermique) à l'aide de deux méthodes, dans la première on a fait un dimensionnement manuel calculé la taille et nombre du module dans un générateur photovoltaïque, le nombre de batteries du système de stockage et pour thermique on a déterminé le volume de la cuve et la taille de capteur solaire.

La deuxième méthode consiste un dimensionnement par deux logiciels, logiciel **PVsyst** pour le système photovoltaïque et **SOLO** pour le système thermique.

Chapitre 3:

Développement d'une interface graphique (GUI) sur Matlab et étude comparative

3.1 Introduction :

Suite à notre étude du système d'installation d'une chaîne photovoltaïque/thermique, il est important d'évaluer le coût annuel total et l'amortissement de notre système. Alors, nous procédons à la détermination économique et énergétique du coût global et le retour d'investissement, après on fait une étude comparative entre les résultats donnés par logiciel et les résultats donnés par interface graphique GUI.

3.2 Estimé le montant d'investissement global d'une installation PV/thermique et le temps l'amortissement :

Tableau 3-1: Facture Sonalgaze de l'école

Energie	Contrat	Date Facture	Energie (KWh)	PRIX
Elec/Gaz	E02	02/04/2017	7035.62	45052.47
Elec/Gaz	E02	02/07/2017	23668.45	153510.37
Elec/Gaz	E02	03/10/2017	6375.88	40750.29
Elec/Gaz	E02	02/01/2018	7760.46	497778.75
Elec/Gaz	E02	01/04/2018	7469.76	47883.13
Elec/Gaz	E02	01/07/2018	24275.68	157469.95
Elec/Gaz	E02	01/10/2018	16126.27	104329.89
Elec/Gaz	E02	01/01/2019	6916.65	44276.50
Prix annuelle				545525.68

Tableau 3-2 : Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION	U	QTE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
1	Fourniture de module photovoltaïque 315W et toutes sujétions de bonne exécution	U	24	19 000,00	456 000,00
2	Fourniture de Batterie à GEL étanche 12V/ 150Ah y compris support, branchement et toutes sujétions de pose et de bonne exécution	U	16	42 000,00	672 000,00
3	Fourniture de Convertisseur hybride 10KVA et toutes sujétions de bonne exécution	U	01	300 000,00	300 000,00
4	Fourniture de Câblages et Accessoires (parafoudre, disjoncteur AC/DC, les connecteurs...) et toutes sujétions de bonne exécution.	FF	01	120 000,00	120 000,00
5	Réalisation d'une Structure métallique supportons les panneaux photovoltaïque de dimension (2.9m,12m) y compris fixation, peinture socle en piton avec pax ,et toutes sujétions de pose et de bonne exécution	FF	01	130 000,00	130 000,00
6	Fourniture de chauffe-eau solaire d'une capacité de 200L y/c un capteur solaire et toutes sujétions de pose et de bonne exécution	U	01	130 000,00	130 000,00
7	Fourniture de chauffe-eau solaire d'une capacité de 300L y/c un capteur solaire et toutes sujétions de pose et de bonne exécution	U	01	170 000,00	170 000,00
				Montant HT	1978 000.00
				TVA 19%	375820.00
				Montant TTC	2353820.00

Arrêtée le présent devis en TTC à la somme de :

Deux millions trois cent cinquante-trois mille huit cent vingt Dinars Algériens.

Retour sur investissement :

Le prix total c'est 2353820DA.

La facture annuelle de l'école égale à 545525 DA par ans .Pendant 4 ans nous avons gagné un système de production gratuit et écologique.

3.3 Approprié les techniques du dimensionnement :

Vu les données démographique et le développement de société Algérienne, de plus avec la maladie Covid_19 qui fait que il est important de respecter l'espace et les règles de la sécurité. Nous avons proposé d'augmenter les heures de fonctionnement du Néon LED, donc le nombre des élèves sera réduire et automatiquement les établissements seront obliger d'augmenter les heures d'étude, nous avons préconisé 1 heures en plus pour les classes et 1h pour l'administration.

Cette nouvel étude, il faudra de faire un nouvel calcul de dimensionnement.

Nouveaux résultat :

On a utilisée les équations de dimensionnement du chapitre 2 pour déterminer les tableaux ci-dessous :

Tableau 3-3: Les résultats de dimensionnement pour 1h de fonctionnement de plus.

Appareils	Puissance (W)	Quantité	Durée (h)	E_j
Classes				
Néon LED	18	72	8	10368
administration				
Lampe	12	3	8	288

D'après les calculs on a trouvée 22546 Wh /jour de l'énergie totale journalière.

Tableau 3-4:Nouveaux résultats de dimensionnement

E_{jt} (Wh /jour)	P_c (w)	N_{pv}	C	N_b	P_{ond} (w)
22546	7515	24	2348	16	9769

Tableau 3-5: comparaison de dimensionnement de 8h et 7h de fonctionnement

Heurs de fonctionnements	E_{jt} (Wh /j)	N_{pv}	N_b	P_{ond} (w)
7h	21214	23	15	9192
8h	22546	24	16	9769

On remarque que le résultat de dimensionnement presque les mêmes.

3.4 Etude et simulation de la production de panneaux solaires par logiciel Wattneed :

3.4.1 Présentations du logiciel :

Wattneed c'est un logiciels en ligne permettent d'estimer rapidement la production d'un générateur photovoltaïque

3.4.2 Les étapes de simulation :

Etape 1 : Déclaration de nombre de panneaux dan votre installations

Etape 1 | Nombre de panneaux 7.56 KwC

DÉFINISSEZ LE NOMBRE ET LA PUISSANCE DE VOS PANNEAUX

Nombre de panneaux :	Puissance par panneau :	Puissance totale :
24	315	7560

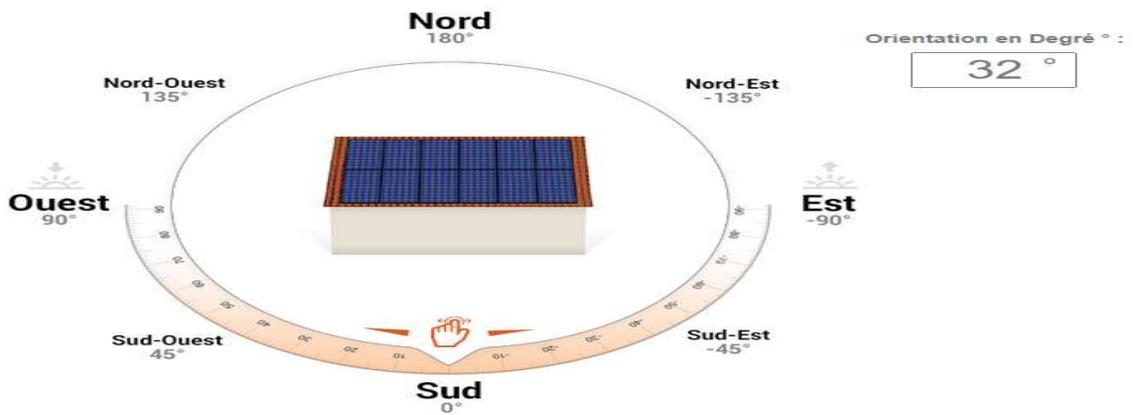
[Valider](#)

Etape 2 : Définition de localisation de votre installation (Ensoleillement)



Etape 3 : Orientation des panneaux

QUELLE EST L'ORIENTATION DE VOTRE TOIT ?



Etape4 : Inclinaison des panneaux

Etape 4 | Inclinaison des panneaux

QUELLE EST L'INCLINAISON DE VOTRE TOIT ?

Inclinaison en Degré ° :

0 °



Etape5 : dimensionnement batteries Recevoir le rapport de la production

Etape 5 | Recevoir le rapport de production



Obtenir mon rapport PDF



Continuer vers le dimensionneur de batterie

Etape 6 : dimensionnement batteries.

3.5 Résultats obtenus :

3.5.1 Evaluation de la production :

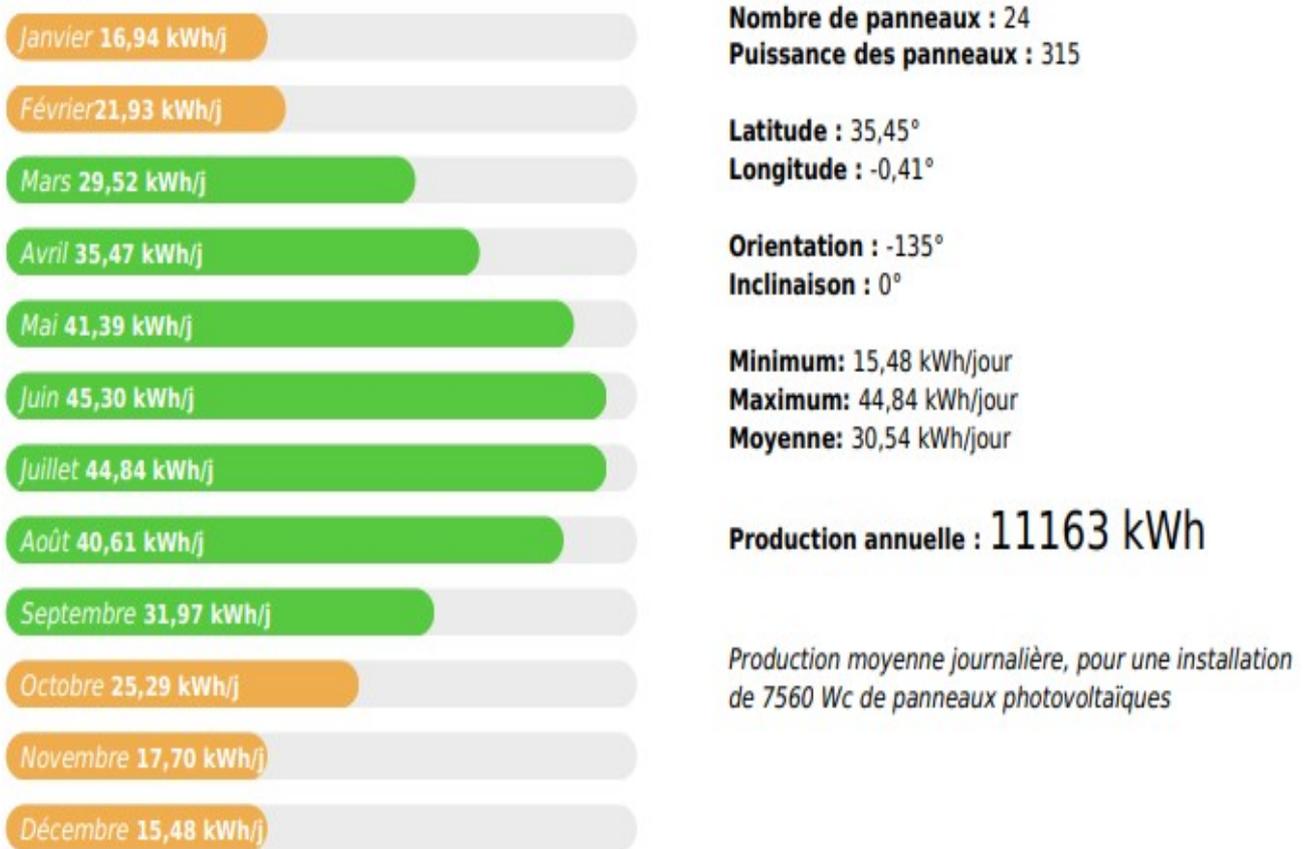


Figure 3-1 : l'évolution de la production annuelle.

La production annuelle d'énergie pendant l'année sont rapportés dans la **figure (3-1)**. On remarque que la production varie d'une saison à une autre. La production de l'électricité sont élevé lors de la saison estivale avec des valeurs moyenne de **43.58 kWh / j**, et moindres en saison hivernale avec des valeurs moyennes de **16.71 kWh/ j**.

3.6 Energie journalière par logiciel Pvsyst :

3.6.1 Rapport de PVsyst

On a $E = p \times t$

Ej: Consommations journalières (Wh/J ou kWh/j)

P: Puissance des équipements (W ou kW)

t : Temps de fonctionnement journalier (h/jour)

Dans ce logiciel on a estimé l'énergie pour les 12 mois voila le rapport donnée :

Système isolé: Besoins de l'utilisateur

Projet : école
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs	inclinaison	32°	azimut 0°
Modules PV	Modèle	JKM 300P-72	Pnom 300 Wc
Champ PV	Nombre de modules	24	Pnom total 7.20 kWc
Batterie	Modèle	MK 8G4D Gel	Technologie Pb-acide, scellée, AGM
Pack de batteries	Nombre d'unités	16	Tension / Capacité 48 V / 608 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Définitions mensuelles	Global 7340 kWh/an

Consomm. domestique, Définitions mensuelles, moyenne = 20.1 kWh/jr

Janvier et Février								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	84/jour	6480Wh/jour	72	18W/lampe	7776Wh/jour	7776Wh/jour
prise	23	20W/app	2H/jour	920Wh/jour	23	20W/app	920Wh/jour	920Wh/jour
lampe	3	12W/app	3H/jour	180Wh/jour	4	12W/app	240Wh/jour	240Wh/jour
imprimante	1		1Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	12Wh/jour	7800Wh/jour	13	170W tot	7800Wh/jour	7800Wh/jour
pc	2		1H/jour	340Wh/jour	2		340Wh/jour	340Wh/jour
neon double	8	40W tot	1H/jour	320Wh/jour	8	40W tot	440Wh/jour	440Wh/jour
Consomm. de veille			24H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				16408Wh/jour				16408Wh/jour

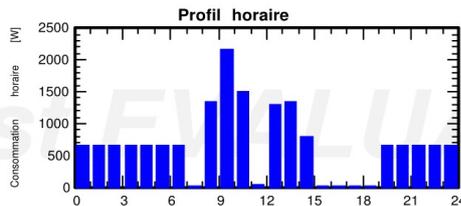
Mars et Avril								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	6H/jour	7776Wh/jour	72	18W/lampe	9072Wh/jour	9072Wh/jour
prise	23	20W/app	2H/jour	920Wh/jour	23	20W/app	920Wh/jour	920Wh/jour
lampe	3	12W/app	4H/jour	216Wh/jour	3	12W/app	288Wh/jour	288Wh/jour
imprimante	1		2Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	12Wh/jour	7800Wh/jour	13	170W tot	7800Wh/jour	7800Wh/jour
pc	2		2H/jour	680Wh/jour	2		1360Wh/jour	1360Wh/jour
neon double	8	40W tot	2H/jour	640Wh/jour	8	40W tot	1280Wh/jour	1280Wh/jour
Consomm. de veille			9H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				18400Wh/jour				21688Wh/jour

Mai et Juin								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	7H/jour	9072Wh/jour	72	18W/lampe	10368Wh/jour	10368Wh/jour
prise	23	20W/app	3H/jour	2300Wh/jour	23	20W/app	2760Wh/jour	2760Wh/jour
lampe	3	12W/app	8H/jour	288Wh/jour	3	12W/app	288Wh/jour	288Wh/jour
imprimante	1		6Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	10Wh/jour	6000Wh/jour	13	170W tot	6000Wh/jour	6000Wh/jour
pc	2		6H/jour	2040Wh/jour	2		2040Wh/jour	2040Wh/jour
neon double	8	40W tot	4H/jour	1280Wh/jour	8	40W tot	1280Wh/jour	1280Wh/jour
Consomm. de veille			24H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				21848Wh/jour				23604Wh/jour

Juillet et Aout								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	8H/jour	10368Wh/jour	72	18W/lampe	10368Wh/jour	10368Wh/jour
prise	23	20W/app	3H/jour	2760Wh/jour	23	20W/app	2760Wh/jour	2760Wh/jour
lampe	3	12W/app	8H/jour	288Wh/jour	3	12W/app	288Wh/jour	288Wh/jour
imprimante	1		6Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	10Wh/jour	6500Wh/jour	13	170W tot	6500Wh/jour	6500Wh/jour
pc	2		8H/jour	2040Wh/jour	2		2040Wh/jour	2040Wh/jour
neon double	8	40W tot	4H/jour	1920Wh/jour	8	40W tot	1920Wh/jour	1920Wh/jour
Consomm. de veille			24H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				24244Wh/jour				24344Wh/jour

Septembre et Octobre								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	7H/jour	9072Wh/jour	72	18W/lampe	7776Wh/jour	7776Wh/jour
prise	23	20W/app	3H/jour	1380Wh/jour	23	20W/app	920Wh/jour	920Wh/jour
lampe	3	12W/app	7H/jour	252Wh/jour	3	12W/app	180Wh/jour	180Wh/jour
imprimante	1		1Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	12Wh/jour	7800Wh/jour	13	170W tot	7800Wh/jour	7800Wh/jour
pc	2		4H/jour	1360Wh/jour	2		340Wh/jour	340Wh/jour
neon double	8	40W tot	4H/jour	1280Wh/jour	8	40W tot	960Wh/jour	960Wh/jour
Consomm. de veille			24H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				21512Wh/jour				18344Wh/jour

Novembre et Décembre								
	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie	Nombre	Puissance	Utilis.	Energie
neon simple	72	18W/lampe	5H/jour	6480Wh/jour	72	18W/lampe	6480Wh/jour	6480Wh/jour
prise	23	20W/app	2H/jour	920Wh/jour	23	20W/app	460Wh/jour	460Wh/jour
lampe	3	12W/app	3H/jour	180Wh/jour	3	12W/app	180Wh/jour	180Wh/jour
imprimante	1		1Wh/jour	200Wh/jour	1		200Wh/jour	200Wh/jour
croisse mural	13	170W tot	13Wh/jour	8450Wh/jour	13	170W tot	7800Wh/jour	7800Wh/jour
pc	2		2H/jour	680Wh/jour	2		340Wh/jour	340Wh/jour
neon double	8	40W tot	1H/jour	320Wh/jour	8	40W tot	320Wh/jour	320Wh/jour
Consomm. de veille			24H/jour	188Wh/jour			188Wh/jour	188Wh/jour
Energie journalière totale				17398Wh/jour				15848Wh/jour



PVsystr Evaluation mode

Figure 3-2: Rapport de PVsystr

3.7 Développement d'une interface graphique (GUI) sur Matlab :

Environnement logiciel de haut niveau et un environnement de simulation pour différents systèmes d'ingénierie. Récemment, un grand nombre d'outils ont été développés dans le cadre de ce programme.

Ce programme est également considéré comme l'un des logiciels les plus utilisés et fondamentaux pour les études universitaires et la recherche scientifique. Il a été adopté pour l'étude en tant que matière de base pour la construction d'une pensée logicielle appropriée pour les ingénieurs dans de nombreuses universités.

Le problème rencontré par les utilisateurs de Matlab était sa faible capacité à afficher et à mettre en évidence le travail, tant de programmeurs compté sur Matlab pour calculer, implémenter et résoudre des problèmes mathématiques et ensuite utiliser ses résultats dans d'autres programmes tels que Visual Basic, par exemple [61].

Dans les versions modernes de Matlab, l'idée d'introduire le processus de construction de façades dans Matlab, connu sous le nom d'interface utilisateur graphique GUI, est apparu. Ces interfaces ont fait de Matlab un programme intégré en termes de facilité de programmation, de résolution de problèmes et de création d'un environnement interactif entre le programme et l'utilisateur.

Donc Matlab n'est pas seulement un logiciel de calcul et de traçage ; c'est un outil polyvalent et flexible qui permet aux utilisateurs, même les plus débutants, de produire des graphiques sophistiqués [62] [63].

3.7.1 Le programme GUIDE :

Le programme permettant de réaliser une interface graphique (un GUI) est le GUIDE. Il regroupe tous les outils dont le programmeur a besoin pour créer cette interface graphique de façon intuitive.[64].

En tapant la commande "guide" dans la fenêtre de command Windows. L'interface qui s'ouvre alors est présentée dans la **Figure3-2**. Elle est divisée en 3 parties :

- une barre d'outils
- une palette de composants
- un plan de disposition

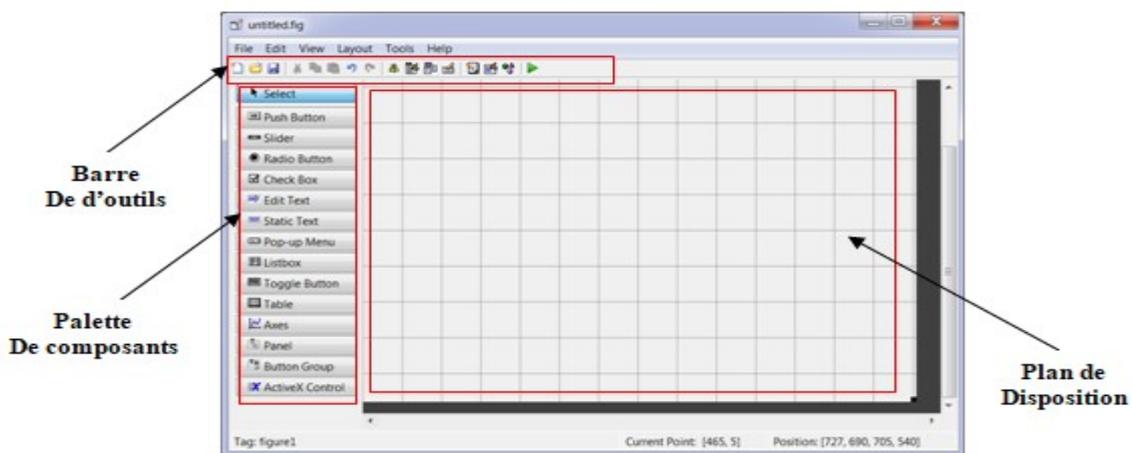


Figure 3-3: Interface GUI.

La barre d'outils

La barre d'outils permet:

- d'aligner les composants dans le plan de disposition,
- d'ouvrir un **inspecteur de propriété** qui permet de modifier les paramètres d'un composant.
- de sauver et simuler le GUI réalisé.

Lors du premier enregistrement, le GUIDE crée :

- un fichier .fig qui contient la définition des objets (position, propriétés).
- un fichier .m qui contient les lignes de code qui assurent le fonctionnement de l'interface graphique.

Une structure **handles** où sont stockés les identifiants des composants et du plan de disposition du GUI.

- Cette structure est aussi utilisée par le programmeur pour stocker, récupérer ou modifier des variables nécessaires à la réalisation du programme. Cette structure est envoyée comme argument d'entrée dans chaque callback [63][64].

Palette des composants

L'interface du GUIDE permet de manipuler les composants dans le plan :

- **Push Button** : bouton poussoir permettant à l'utilisateur de déclencher une action.
- **Static Text** : texte ne pouvant être modifié par l'utilisateur.
- **Edit Text** : texte ou nombre pouvant être modifié par l'utilisateur.
- **Pop-up Menu** : liste déroulante permettant à l'utilisateur de choisir une option dans la liste.
- **Axes** : permet l'affichage graphique des résultats.
- **Panel** : permet de grouper plusieurs composants.

Le plan de disposition :

C'est le plan sur lequel seront disposés les différents composants. Il constitue l'interface graphique GUI qui sera présentée à l'utilisateur.

Pour le GUI PV, le plan de disposition de l'interface est présenté Figure 3-3. Il comprend :

- un certain nombre de **stratic text** pour nommer **EjT, ir, PCn, EjTn, Cn, pc, Npv, Nb**
- cinq **édit text** pour donner les différentes valeurs (par utilisateur)
- quatre **édit text** pour afficher les résultats lorsque on click sur **push button** calculer
- quatre **push button pour calculer.**
- **axes** pour afficher le logo d'université
- Le plan de disposition en lui-même possède un **property inspector (resize on) pour** modifier les dimensions de Le plan de disposition et même changer la couleur.

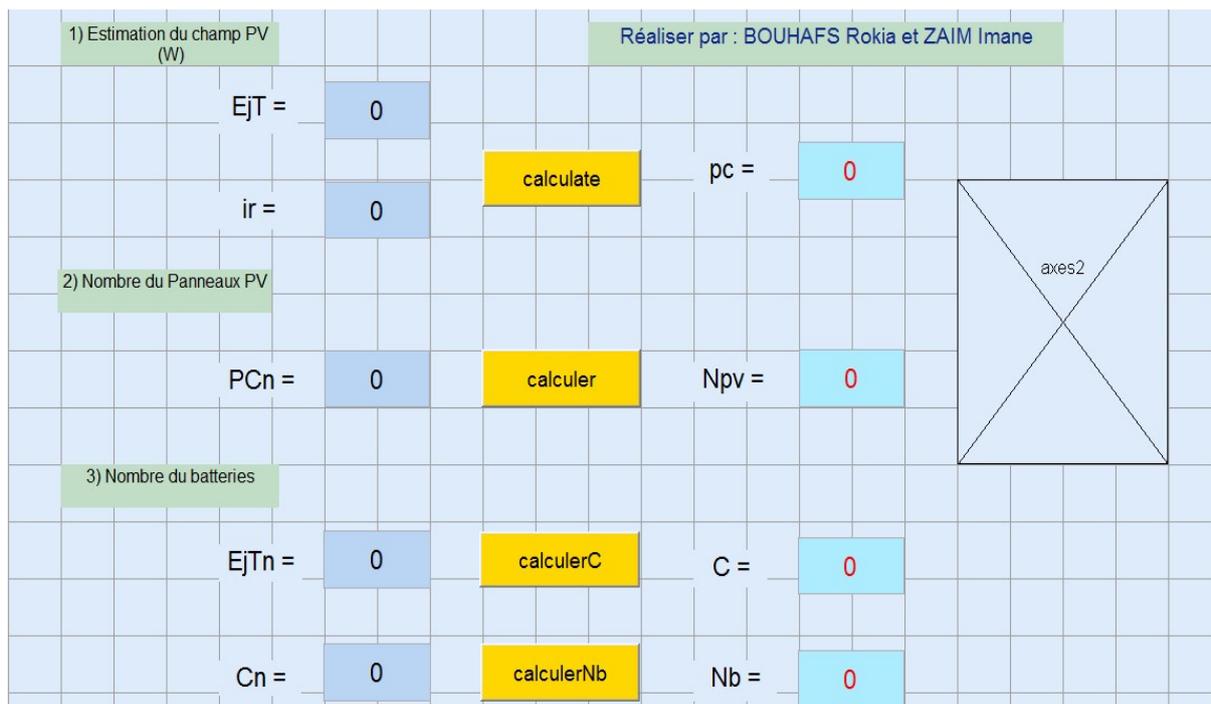


Figure 3-4: Plan de disposition du GUI PV.

L'inspecteur de propriétés et le callback :

Chacun de ces composants ainsi que le plan de disposition possèdent un **inspecteur de propriétés** obtenu par clic droit "**Property Inspector**" ou par double clic sur le composant ou plan de disposition. C'est au travers de cet inspecteur que sont définies les propriétés, les données et les actions relatifs au composant sélectionné.

Un exemple d'**inspecteur de propriétés** du **Push Button** est présenté **figure 3-5**

Un exemple d'**inspecteur de propriétés** du **édit text** est présenté **figure 3-6**

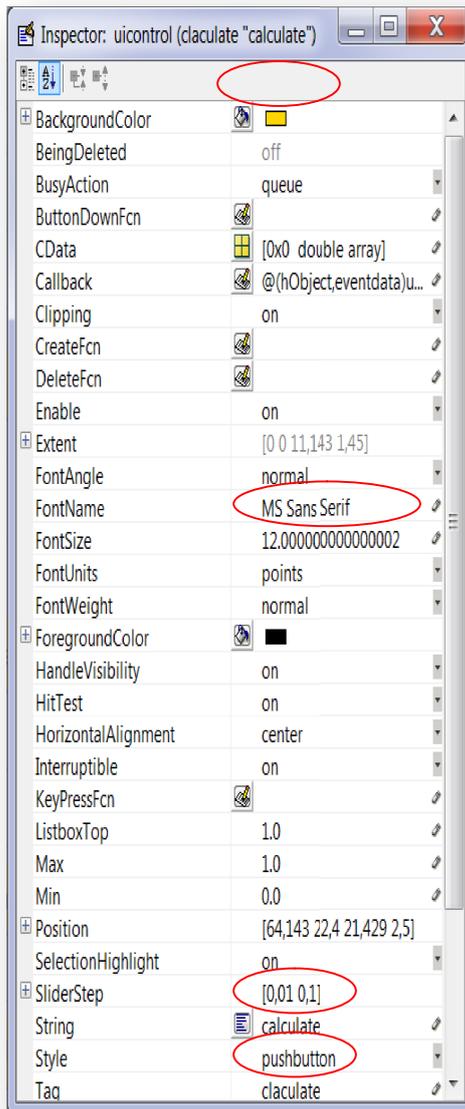


Figure 3-5: L'inspecteur de propriété du Push Button

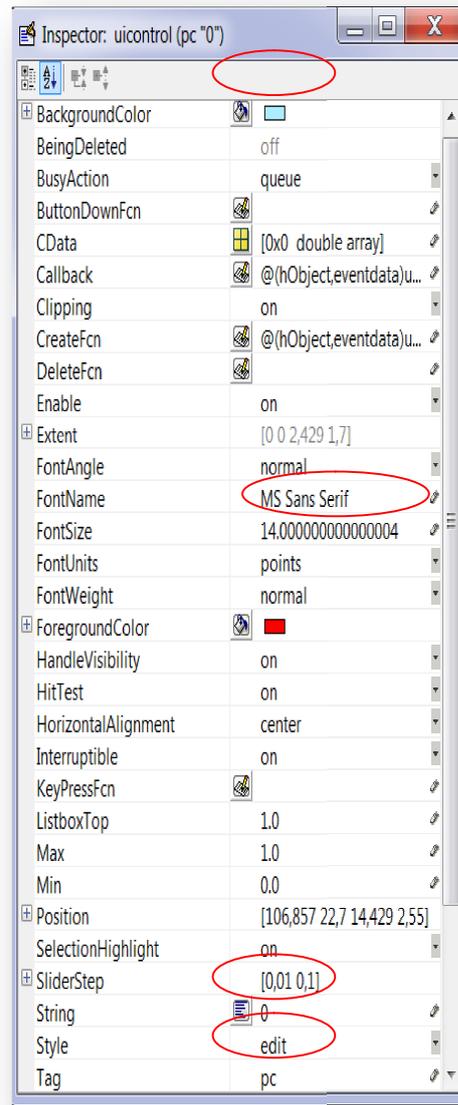


Figure 3-6 :L'inspecteur de propriété de l'édit text

Les propriétés concernent la mise en forme et la gestion du composant. Les principales pour le Push Button de l'exemple Figure 3-4 sont :

- **BackgroundColor** : permet de définir une couleur d'arrière plan (orange)
- **CData** : permet d'insérer une image sur le composant ;
- **FontAngle, FontName, FontSize (12), FontUnits, FontWeight et ForgroundColor** : permettent la mise en forme du texte.
- **Position** : définit la position du composant sur le plan de disposition.
- **String** : (**calculate**) permet d'insérer du texte
- **Style** : définit le type de composant (Push Button)
- **Tag** : (**calculate**)label qui est utilisé dans le nom donné aux *callbacks* lorsqu'ils sont générés dans le fichier *.m*.

- **UserData** : données stockées par l'utilisateur qui n'est pas utilisé par Matlab mais qui peuvent être récupérées ou modifiées à l'aide de commandes spécifiques.
- **Visible** : permet de définir si le composant sera visible ou pas.

Parmi ces propriétés, les plus importantes concernant l'interaction avec l'utilisateur sont les *callbacks*. Quand un événement est généré par l'utilisateur (click sur la souris, activation d'une touche...), le logiciel Matlab fait appel au *callback* lié à cet événement et exécute le code défini par le programmeur qui y est associé [63][64].

Un exemple de callbacks du push button dans le fichier.m

```
% --- Executes on button press in claculate.
function claculate_Callback(hObject, eventdata, handles)

% text3=(21214*1000)/(i*0.6);
% coefP=0.6;
% 1000W/m2 (puissance donnée par le panneau);
% pc:la puissance du champ photovoltaic;

Ir = handles.ir; %Ir:irradiation
EJT = handles.EjT; %EJT:l'énergie journalière total
pc=(EJT*1000)/(Ir*0.6)
set(handles.pc, 'String', pc);
```

Chaque *callback* est défini comme une fonction prenant trois arguments en entrée :

- **hObject** : nombre correspondant à l'identifiant du composant dont le *callback* dépend.
- **eventdata** : structure contenant les données des événements générés par le composant ou le plan de disposition (pour les Push Button et autres composants qui ne génèrent aucune donnée d'événement, cet argument contient une matrice vide).
- Par exemple, le *callback* *KeyPressFcn* associé au plan de disposition permet de connaître la touche du clavier activée par l'utilisateur, sa valeur (*a, b, c,...x, y, z, return...*) est alors mémorisée dans la structure *eventdata*. Il est ainsi possible d'utiliser ces données pour effectuer des actions.
- **handles** : structure des identifiants et des variables du programme, elle peut être modifiée et mis à jour si nécessaire

3.7.2 Le GUI photovoltaïque :

Une interface graphique permet de contrôler une application interactivement avec la souris, plutôt que par lancement des commandes au clavier.

Dans cette partie on va appliquer le **GUI PV** qui se trouve dans la Figure 3-6, pour dimensionner électriquement une installation photovoltaïque autonome, pour cela on a besoin des différents données :

- Energie journalière totale donnée par logiciel Wattneed pour les 12 mois .
- Irradiations pour les 12 mois donnés par logiciel PVsyst (base de données NASA).

Interface gui pour estimer l'énergie journalière pour les 12 mois

On a développée cette interface pour estimer à chaque mois l'énergie (besoins de l'utilisateur) le plan de disposition de l'interface est présenté **figure 3-7**. Il comprend :

- un certain nombre de **stratic text**
- un certain nombre **édit text**
- **édit text** pour afficher les résultats lorsque on click sur **push button** calculer
- Des **push button** pour calculer.

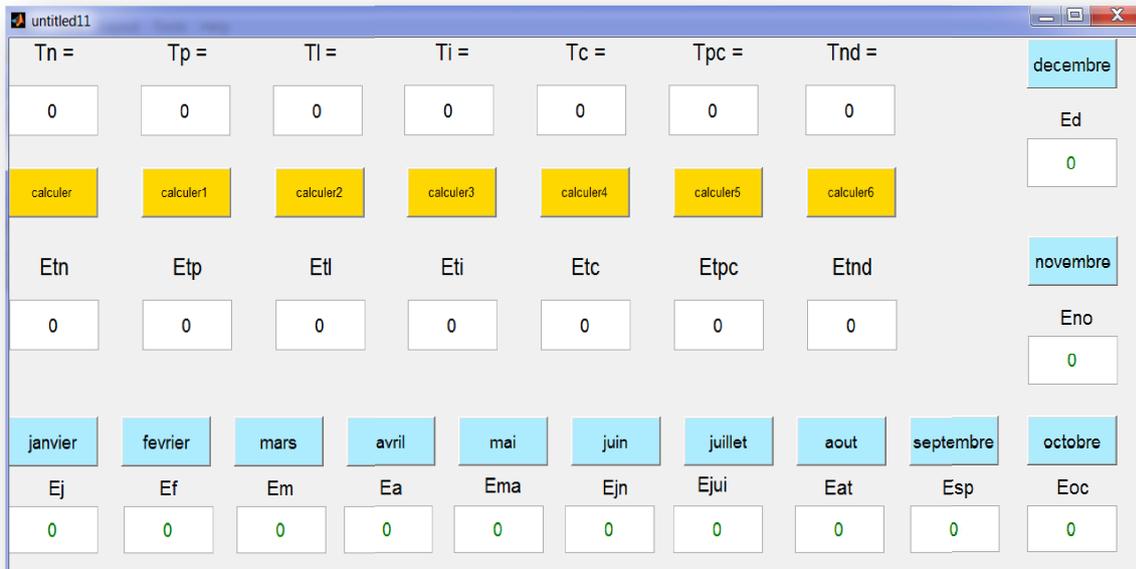


Figure 3-7: Plan de disposition de l'interface.

Lorsqu'on varie l'heur de fonctionnement d'un mois à une autre l'énergie varie, voila l'énergie donnée à chaque mois.



Tableau 3-6:Energie et irradiation pour les 12 mois

Mois	Energie (Wh/j)	Irradiation (Wh/m ² /jour)
Janvier	16940	2150
Février	21930	2820
Mars	29520	4240
Avril	35470	5300
Mai	41390	6540
Juin	45300	6790
Juillet	44840	7560
Aout	40610	6420
Septembre	31970	5080
Octobre	25290	3570
Novembre	17700	2370
Décembre	15480	2180

a) Interface GUI PV

On a développée cette interface pour estimer a chaque mois la puissance du champ PV, nombre de panneaux et le nombre des batte le plan de disposition de l’interface est présenté Figure 3-7. Il comprend :

- un certain nombre de **stratic text** pour nommer **EjT, ir, PCn, EjTn, Cn, pc, Npv, Nb**
- cinq **édit text** pour donner les différentes valeurs (par utilisateur)
- quatre **édit text** pour afficher les résultats lorsque on click sur **push button** calculer
- quatre **push button pour calculer.**
- **Axes2** pour afficher le logo d’université



Figure 3-8: Plan de l’interface GUI PV.

Lorsque on click sur **run** le **fichier.m** s’affiche dans le script MATLAB. Pour exécuter cette interface il faut ajouter certain lignes de programme dans le script

1. Estimation du champ :

Pour EjT_Callback

```
function EjT_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to EjT (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
EjT = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(EjT)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.EjT = EjT;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of EjT as text
```

Pour ir_Callback

```
function ir_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to ir (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
ir = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(ir)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.ir = ir;
guidata(hObject,handles)

% Hints: get(hObject,'String'); % returns contents of ir as text3
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of ir as a double
```

Pour push buttons claculate (calculer la puissance a chaque mois)

```
% --- Executes on button press in claculate.
function claculate_Callback(hObject, eventdata, handles)
% pc=(EjT*1000)/(i*0.6);
% coefP=0.6;
% 1000W/m2 (puissance donnée par le panneau);
% pc:la puissance du champ photovoltaic;
% EjT : Consommations journalières (Wh/j)
Ir = handles.ir; %Ir:irradiation (W/m2/jour)
EJT = handles.EjT; %EJT:l'énergie journalière total
pc=(EJT*1000)/(Ir*0.6)
set(handles.pc, 'String', pc);
% hObject handle to claculate (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

2. Nombre de panneaux photovoltaïque a partir de puissance du champs :

Pour PCn_Callback (puissance du champ a chaque mois)

```
function PCn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PCn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
PCn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(PCn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.PCn = PCn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of PCn as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of PCn as a double
```

Pour calculer_Callback (calculer le nombre de panneaux photovoltaïques)

```
% --- Executes on button press in calculer.
function calculer_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to calculer (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

PCn = handles.PCn;
Npv=PCn/315
set(handles.Npv, 'String', Npv);
```

3. Nombre des batteries à partir de l'énergie journalière de chaque mois

Pour EjTn_callback (l'énergie journalière de chaque mois)

```
function EjTn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to EjTn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
EjTn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(EjTn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.EjTn = EjTn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of EjTn as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of EjTn as a double
```

Pour calculer C_callback (calculer la capacité des batteries) :

```
% --- Executes on button press in calculerC.
function calculerC_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to calculerC (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% EjTn energie journalier a chaque mois (Wh/j)
% C : capacité des batteries (Ah)
% 1 : Nombre de jours d'autonomie (j)
% 0.8 : Coefficient de décharge profonde
% 12 : Tension de la batterie (V)
EjTn = handles.EjTn;
C=(1*EjTn)/(12*0.8)
set(handles.C, 'String', C)
```

Pour Cn_callback :

```
function Cn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Cn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
Cn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(Cn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.Cn = Cn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of Cn as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of Cn as a double
```

Pour calculerNb_callback (calculer le nombre des batteries)

```
% --- Executes on button press in calculerNb.
function calculerNb_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to calculerNb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Cn : capacité des batteries a chaque mois
% Nb : nombre du batteris
Cn = handles.Cn;
Nb=Cn/150
set(handles.Nb, 'String', Nb);
```

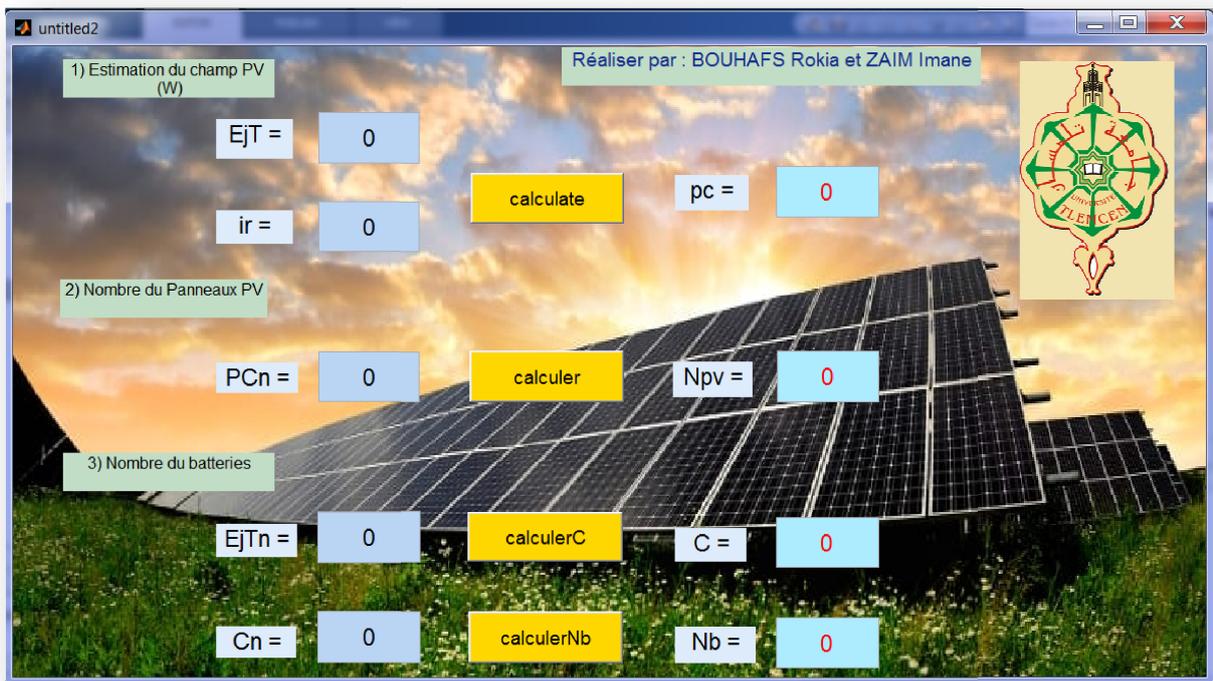
4. Pour Axes2 (ajouter logo d'université)

```
function untitled2_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to untitled2 (see VARARGIN)
% Choose default command line output for untitled2
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes untitled2 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
[x, map]=imread('logo.png')
axes(handles.axes2)
imshow(x,map)
```

5. Définition d'une image en arrière-plan

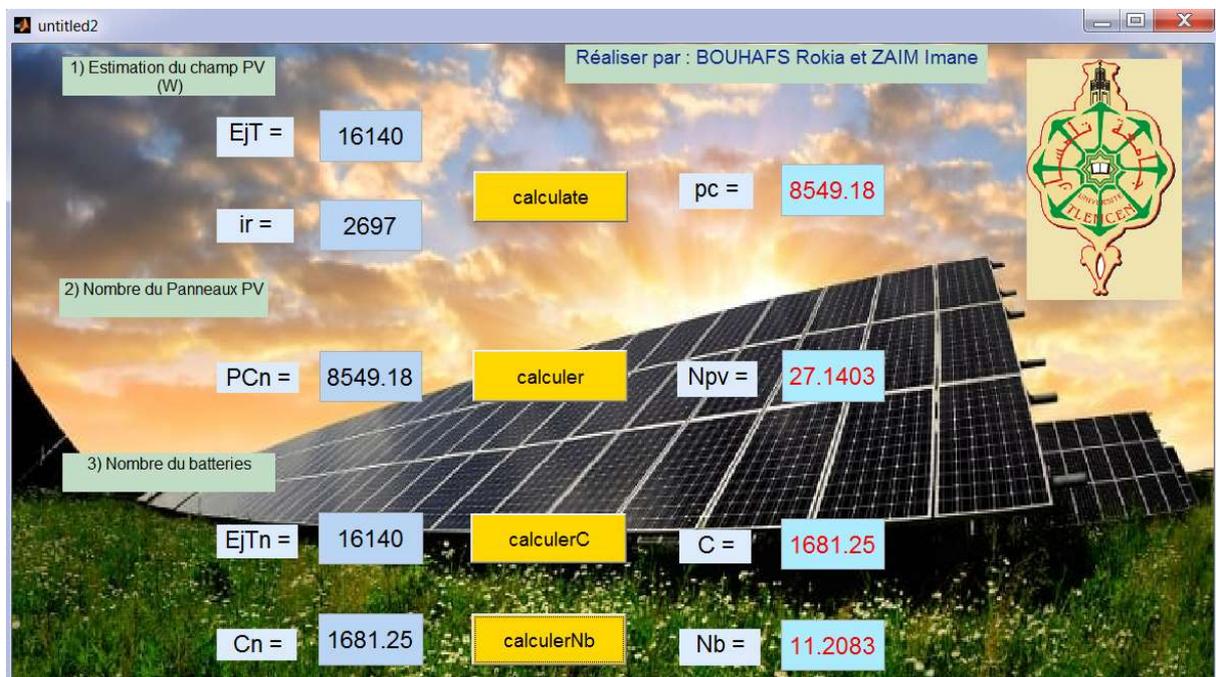
```
function untitled2_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to untitled2 (see VARARGIN)
ah=axes('unit', 'normalized', 'position', [0 0 1 1]);
% importation de l'image et affichage sur l'axe
bg=imread('Champ PV.jpg'); imagesc (bg)
% prevent plotting over the background and turn the axis off
set(ah, 'handlevisibility','off','visible','off')
% mise de l'arrière plan derrière tous les autres uicontrol
uistack(ah, 'bottom');
```

Après l'exécution du programme on obtient l'interface suivante :



Dans cette interface on peut déterminer E_{jT} et I_r a partir de **Tableau 3-7 ci-dessus** :

Pour Janvier ($E_{jT} = 16140 \text{ Wh/j}$ $I_r = 2697 \text{ W/m}^2/\text{jour}$)



Pour février ($E_jT = 17856 \text{ Wh/j}$ $ir = 17856 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 17856$

$ir = 3303$

calculate

$pc = 7722.85$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 7722.85$

calculer

$N_{pv} = 24.517$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 17856$

calculerC

$C = 1860$

$Cn = 1860$

calculerNb

$Nb = 12.4$

Pour Mars ($E_jT = 18432 \text{ Wh/j}$ $ir = 4807 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 18432$

$ir = 4807$

calculate

$pc = 5477.73$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 5477.73$

calculer

$N_{pv} = 17.3896$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 18432$

calculerC

$C = 1920$

$Cn = 1920$

calculerNb

$Nb = 12.8$

Pour Avril ($E_jT = 21520 \text{ Wh/j}$ $ir = 5650 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

untitled2

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 21520$

$ir = 5650$

calculate

$pc = 5441.21$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 5441.21$

calculer

$Npv = 17.2737$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 21520$

calculerC

$C = 2241.67$

$Cn = 2241.67$

calculerNb

$Nb = 14.9445$

Pour Mai ($E_jT = 22680 \text{ Wh/j}$ $ir = 6696 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

untitled2

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 22680$

$ir = 6696$

calculate

$pc = 4838.71$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 4838.71$

calculer

$Npv = 15.361$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 22680$

calculerC

$C = 2362.5$

$Cn = 2362.5$

calculerNb

$Nb = 15.75$

Pour Juin ($E_{jT} = 24436 \text{ Wh/j}$ $ir = 7150 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_{jT} = 24436$

$ir = 7150$

calculate $pc = 4882.32$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 4882.32$

calculer $N_{pv} = 15.4994$

3) Nombre du batteries

$E_{jTn} = 24436$

calculerC $C = 2545.42$

$Cn = 2545.42$

calculerNb $Nb = 16.9695$

Pour Juillet ($E_{jT} = 25076 \text{ Wh/j}$ $ir = 7400 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_{jT} = 25076$

$ir = 7400$

calculate $pc = 4840.93$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 4840.93$

calculer $N_{pv} = 15.368$

3) Nombre du batteries

$E_{jTn} = 25076$

calculerC $C = 2612.08$

$Cn = 2612.08$

calculerNb $Nb = 17.4139$

Pour Aout ($E_jT = 25076 \text{ Wh/j}$ $ir = 6520 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 25076$

$ir = 6520$

calculate $pc = 5494.3$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 5494.3$

calculer $Npv = 17.4422$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 25076$

calculerC $C = 2612.08$

$Cn = 2612.08$

calculerNb $Nb = 17.4139$

Pour Septembre ($E_jT = 21344 \text{ Wh/j}$ $ir = 5220 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 21344$

$ir = 5220$

calculate $pc = 5841.27$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 5841.27$

calculer $Npv = 18.5437$

3) Nombre du batteries

$E_jTn = 21344$

calculerC $C = 2223.33$

$Cn = 2223.33$

calculerNb $Nb = 14.8222$

Pour Octobre ($E_jT = 18176 \text{ Wh/j}$ $ir = 3930 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 18176$

$ir = 3930$

calculate $pc = 6607.05$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 6607.05$

calculer $N_{pv} = 20.9748$

3) Nombre du batteries

$E_{jTn} = 18176$

calculerC $C = 1893.33$

$Cn = 1893.33$

calculerNb $Nb = 12.6222$

Pour Novembre ($E_jT = 17230 \text{ Wh/j}$ $ir = 2764 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)

Réaliser par : BOUHAFS Rokia et ZAIM Imane

1) Estimation du champ PV (W)

$E_jT = 17230$

$ir = 2764$

calculate $pc = 8905.31$

2) Nombre du Panneaux PV

$PCn = 8905.31$

calculer $N_{pv} = 28.2708$

3) Nombre du batteries

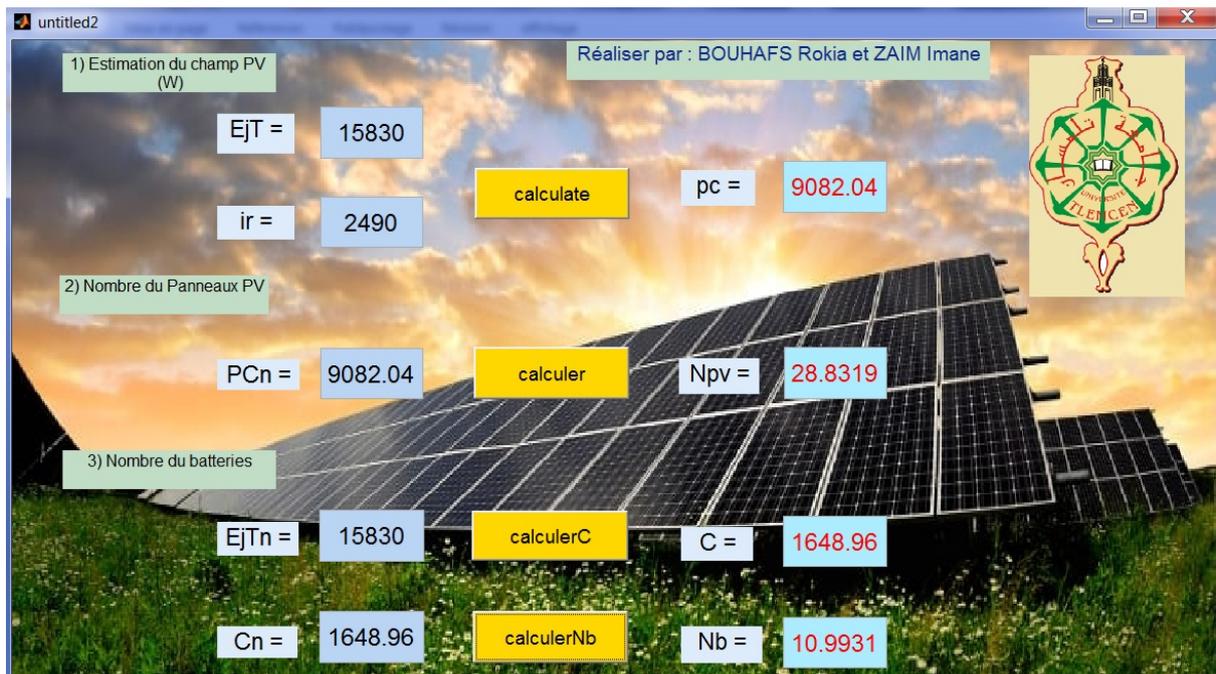
$E_{jTn} = 17230$

calculerC $C = 1794.79$

$Cn = 1794.79$

calculerNb $Nb = 11.9653$

Pour Décembre ($E_{jT} = 15830 \text{ Wh/j}$ $ir = 2490 \text{ Wh/m}^2/\text{jour}$)



3.8 Etude comparative :

Dans cette partie on fait une comparaison entre les résultats obtenu.

Tableau 3-7: Comparaison entre les résultats obtenu.

Mois	Energie donne par Wattneed (Wh/jour)	Energie donne Pvsyst (Wh/jour)	Energie donne GUI (Wh/jour)	N_{PV} donne par PVsyst	N_{PV} donne par GUI	N_B donne par PVsyst	N_B donne par GUI
Janvier	16940	16408	16140	24	27	16	11
Février	21930	18084	17856		24		12
Mars	29520	18400	18432		17		12
Avril	35470	21088	21520		17		14
Mai	41390	21848	22680		15		15
Juin	45300	23604	24436		15		16
Juillet	44840	24244	25076		15		17
Aout	40610	24344	25076		17		17
Septembre	31970	21512	21344		18		14
Octobre	25290	18344	18176		20		12
Novembre	17700	17398	17230		28		11
Décembre	15480	15948	15830		28		11

Remarque :

On remarque que :

- L'énergie donnée par logiciel PVsyst et interface GUI sont presque les mêmes
- L'énergie donnée par interface GUI et logiciel Wattneed sont les mêmes lors de la saison hivernale
- Les nombres des panneaux par GUI varient entre 15 panneaux et 28 panneaux et logiciel donnée 24 panneaux
- Les nombres des panneaux par GUI sont élevés lors de la saison hivernale et moindres en saison estivale.
- Les nombres des batteries par GUI varient entre 11 panneaux et 17 batteries et logiciel donnée 16 batteries

On conclure Selon les résultats obtenus :

Nous vous conseillons d'augmenter le nombre ou la puissance de vos panneaux solaires en hiver ou utiliser le système hybride dans notre installation. Et pour minimiser le coût d'installation on propose de diminuer le nombre des panneaux et utiliser le réseau de Sonal gaz dans le cas des périodes de faible ensoleillement, C'est le but de l'utilisation de système hybride.

3.9 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons estimé le montant d'investissement global pour la réalisation de notre projet et le temps nécessaire pour l'amortissement. Ces derniers sont jugés raisonnables par rapport au montant des factures établies par le fournisseur de l'énergie électrique SONELGAZ et le devis quantitatif estimatif d'installation énergétique, en suite l'étude et simulation de la production de panneaux solaires par logiciel Wattneed, Suivie par un développement d'une interface graphique GUI sur Matlab et l'étude comparative.

Conclusion général :

Actuellement les énergies fossiles dans l'Algérie sont consommées bien plus rapidement qu'elles ne se forment dans la nature et selon les estimations, les réserves mondiales seront épuisées vers l'année 2030 si la consommation n'est pas radicalement modifiée, et au plus tard vers 2100 si des efforts sont fournis concernant la production et la consommation nécessaire.

Dans la première partie de notre travail, L'exploitation de l'énergie solaire nécessite une certaine connaissance, pour cette raison dans un premier temps, nous avons présenté des généralités sur le gisement solaire.

Par la suite l'énergie solaire et ses applications (les caractéristiques, défient (capteur/panneaux) et leur fonctionnements).

Après, nous avons effectué une étude brève détaillée concernant la méthode de dimensionnement d'un système PV/Thermique ce dernier est composé d'un chauffe eau solaire a effet thermosiphon et d'un système hybrid pour PV réalisée par deux méthodes manuel et logiciel pour l'alimentation d'une école, que nous avons choisi située au site de Mascara.

L'étude technico-économique de l'application réalisée, nous a permis de conclure la durée d'amortissement du coût d'installation. Suivie par application d'une interface graphique GUI sur Matlab et l'étude comparative.

L'intérêt de l'application de énergie solaire est de minimiser le maximum possible de l'utilisation des énergies fossiles, peut grader elle par exemple pour réanimer l'économie d'état. Nous avons conclu que les systèmes PV /thermique peuvent jouer un rôle très important en apportant une solution réellement économique pour couvrir les besoins de base en électricité, puisque près d'un tiers de la population mondiale vit sans accès à l'électricité principalement dans les pays en voie de développement.

D'une manière générale, cette étude a apporté l'élément nécessaires pour la mise en déventement : elle est susceptible d'améliorer très rapidement et moyennant un coût optimal les conditions de vie et de productivité des habitations géographiquement dispersées.

Comme perspectives de nos travaux, On propose de faire un développement d'une interface sur Matlab (Appdisigne) qui permet de récupérer les données sous forme de tableau à partir d'Excel et aussi donne des résultats sous forme des graphes 3D et des tableaux.

Bibliographie

- [1] C. Bernard, « station solaire autonome pour l'alimentation station pompage», l'archive ouverte pluridisciplinaire HAL 2006.
- [2] A. Hammidat Hadj arab et M.T BOUKADOUM, « performance et cout des systèmes de pompage PV en ALGERIE », 2005.
- [3] Bonal, P. Rossetti, « Les énergies alternatives », Omniscience(2007).
- [4] <https://sites.google.com/site/tpesursoleil/1-la-zone-d-habitabilite/1-1-presentation-du-soleil>
date 01/03/2020 13 :00
- [5] J. Bernard, Energie solaire calcul et optimisation, 1ère édition, ELLIPES, Paris, 2004.
- [6] <http://tpe-panneaux-photovoltaiques.e-monsite.com/album/coordonnees-du-globe-terrestre.html>
date 10/03/2020 12 :00
- [7] J, A, Duffie; W, A, Beckman. Solar engineering of thermal processes, John Wiley and Sons. (1980)
- [8] <https://www.photovoltaique.info/fr/info-ou-intox-todo/lenergie-solaire/les-composantes-de-la-lumiere-solaire/> date 10/03/2020 13 :00
- [9] PROTIN Ludovic., ASTIER Stephan « convertisseur photovoltaïque ». Tech niques de l'ingénieur, 2002.
- [10] Jannot Yves Thermique solaire ,2007.
- [11] https://sites.google.com/site/tpelespanneauxsolaires/introduction/solar_radiation.jpg?attredirects=0
date 10/03/2020 11 :00
- [12] <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?Page=potentiels> consulté le 02/2017
- [13] M. Salmi, «Contribution à La Quantification De L'irradiation Solaire Globale En Algérie Et Applications Aux Générateurs Photovoltaïques», Thèse de doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas de Sétif (2012).
- [14] « Guide des Energies Renouvelables », Ministère de l'Energie et des Mines, Edition 2007.

- [15] Mekki ADDOU et Abderrahim BEDDIAF, «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome pour l'alimentation d'une ferme», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 2016
- [16] H. BELGHITRI et H. ' Modélisation, simulation et optimisation d'un système hybride éolien photovoltaïque' mémoire de magister, 2009
- [17] W.BENSACI : Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque adapté par une commande MPPT. 2012.
- [18] Ayyoub ABID et Yassine BECHLAGHEM, «Etude et dimensionnement d'un convertisseur SEPIC pour une application photovoltaïque», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 2017
- [19] D.BETAOUAF et O.H.Mohamed Kaber : COMMANDE robuste d'un système photovoltaïque a usage domestique. Juin 2013
- [20] E.Kechar, E.Azzag et I.Touaïbia : Influence des rayonnements solaires sur le rendement des panneaux photovoltaïques. Thèse de doctorat, Université Abou bekr Belkaid – Tlemcen, 2015.
- [21] BENAYAD Abdelmoumene, «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome pour l'alimentation d'une ferme», Mémoire de Magister, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 2011
- [22] Zidane Achref eddine et Sahtout Mehdi, «LES SYSTEMS PHOTOVOLTAIQUES CONNECTES AU RESAU», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR, Annaba, 2017
- [23] Petibon Stéphane, « Nouvelles architectures distribuées de gestion et de conversion de l'énergie pour les applications photovoltaïques ». Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2009.
- [24] José Miguel Navarro, « Cellules Photovoltaïques Organiques Transparentes Dans Le Visible ».Thèse de doctorat. Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2008.
- [25] L. de Schoulepnikoff et Gymnase Auguste Piccard, « Quelle source d'énergie pour les vingt prochaines années? ». Travail de maturité Alexandra Catana, 3M7, 2009.
- [26] http://www.plaisance-pratique.com/spip.php?page=popup_forum&id_article=1861&id_forum=20738 , date 04/04/2020, heur à 22:30
- [27] Cyril LAHORE, «Optimisation de commandes MPPT», Mémoire de Master, Université de Toulouse, Paul Sabatier ,2012

- [28] <https://lightdealshop.com> , date 06/04/2020, heur à 23 :30
- [29] <http://www.ef4.be/fr/pv/composants-dun-systeme/ensoleillement-belgique.html> , date 06/04/2020, heur à 23 :30
- [30] H.Yotto « Etude et conception d'une mini centrale PV » mémoire fin d'études Master 2 IE Bénin 2011
- [31] <https://www.photovoltaique.info/fr/realiser-une-installation/choix-du-materiel/fonctionnement-et-categories-des-onduleurs-photovoltaiques/principe-de-fonctionnement-des-onduleurs/>, date 06/04/2020, heur à 20 :30
- [32] MERABET Houssam et SILEM Mouhssin, «Etude de faisabilité d'une installation solaire photovoltaïque autonome par PVSyst pour établissement scolaire», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF, M'SILA, 2019
- [33] Belhadj Mohammed, «Modélisation D'un Système De Captage Photovoltaïque Autonome», mémoire de magister, Institut des Sciences Exactes, Centre Universitaire De Bechar, 2008.
- [34] A. Chouder, S. Silvester and A. Malek, «Simulation of photovoltaic grid connected inverter in case of grid-failure», Revue des Energies Renouvelables Vol. 9, N°4, pp.285 – 296, 2006.
- [35] BENLOMBAREK Brahim et BENAZIEZ Sohib, «OPTIMISATION DE L'ENERGIE ISSUE D'UN RESEAU DE MODULES PHOTOVOLTAIQUES», Mémoire de Master Académique, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF, M'SILA, 2019
- [36] BENAYAD Abdelmoumene, «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome pour l'alimentation d'une ferme», Mémoire de Master, Université de Bejaia, 2011
- [37] <https://www.solutions-energies.fr/fr/batteries-solaires-gel/370-batterie-12v220ah-gel-deep-cycle.html> , date 15/04/2020, heur à 12 :30
- [38] <https://www.solaris-store.com/content/37-installer-une-batterie-solaire> , date 17/04/2020, heur à 11 :00
- [39] R. Khezzar et al, « Comparaison entre les différents modèles électriques et détermination des paramètres de la caractéristique I-V d'un module photovoltaïque ». revue des Energie Renouvelables Vol.13 N° 3, pp 379-388, 2010
- [40] www.solairethermique.fr (consulté le 22/03/2020).
- [41] <https://www.acteurdurable.org/energie-solaire-thermique/>, date 15/04/2020 21 :05

- [42] <https://www.ecoenergiesolutions.com/solutions/solaire/thermique/chauffe-eau-solaire-individuel>
date 15/04/2020 20 :05
- [43] <http://www.le-guide-de-la-maison.com/energie-solaire.html> ,date 16/04/2020 22 :21
- [44] <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/chauffe-eau-solaire/thermosiphon>, date 16/04/2020
22 :21
- [45] A. Soteris, Kalogirou, solar thermal collectors and applications, progress in energy and combustion science, (30) 231–295 (2004).
- [46] G. Iordanou, «flat-plate solar collectors for water heating with improved heat transfer for application in climatic», thesis, university of Durham, (2009).
- [47] <https://www.habitatpresto.com/economie-energie/energie-solaire/82-chauffe-eau-solaire>
date 18/04/2020 11 :21
- [48] Romaine Guillo, Ecosource, Les Centrales Solaires à Miroir de fresnel
- [49] ZAIM Mounia et KADRI Asma, «Bilan thermique de construction : étude d’un cas et présentation de solutions», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 2019.
- [50] Les Centrales Solaires à Concentration Université de Liège Faculté des sciences Appliquées Mai 2007 Quoilin Sylvain Ingénieur Civil Electromécanicien/Energéticien.
- [51] M. L. Guehza, « Impact de l’espace entre la vitre de protection et la vitre intermédiaire sur le rendement du capteur plan à double vitrage », mémoire magister, Université d’Ouargla.
- [52] N, Bellel, « Etude des transferts thermiques le long d’un tube cylindrique appliquée à deux géométries », thèse de doctorat, Université de Constantine, 2004.
- [53] <http://www.ines-solaire.org>
- [54] J. F. Sacadura, « Initiation aux transferts thermiques », CAST, INSA de Lyon, Editions technique et documentation, 2015.
- [55] <http://www.eere.energy.gov>
- [56] C. Benbouza, « Production et performance des capteurs hybrides (PV/T) à eau intégrés dans le bâtiment-cas de l’Algérie », Mémoire de Magister, Université de Constantine, 2014.
- [57] D.K. Edwards, “ Capteurs solaire”, Edition SCM, Paris, (1979).
- [58] www.tecsol.fr (consulté le 01/05/2020).

- [59] G.Guilhéneuf « Comprendre et dimensionner les installation domestiques à énergie renouvelable» 2009
- [60] LEKBOUR Hocine et YARGUI Smail, « Application d'énergie solaire pour l'habitat», MEMOIRE de MASTER ACADEMIQUE, Université Abderrahmane Mira-Bejaia, 2015
- [61] URL:<https://lenergie-solaire.net/energie-solairephotovoltaique/panneauphotovoltaique/structure> Consulté le 25mars 2019.
- [62] Patrick Marchand, « Graphics and GUIs with MATLAB », 2003.
- [63] Brian Hahn, « ESSENTIAL MATLAB FOR ENGINEERS AND SCIENTISTS », 1997.
- [64] <https://briot-jerome.developpez.com/matlab/tutoriels/introduction-programmation-interfaces-graphiques/>.
- [65] MAURY Frédéric, «Réalisation d'une interface graphique de reconstruction d'un signal TNT pour le radar passif», DIPLÔME D'INGÉNIEUR CNAM, Paris, 2014.

Annexes A :

Fiche technique de panneaux photovoltaïque 315W

www.jinkosolar.com



Cheetah 60M

315-335 Watt

MONO PERC MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory

IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

PERC

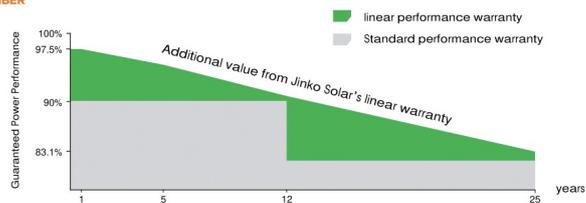
KEY FEATURES



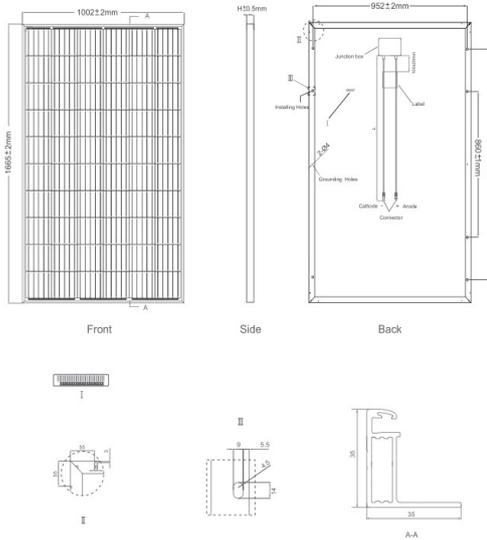
- 5 Busbar Solar Cell**
 5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- High Efficiency**
 Higher module conversion efficiency (up to 20.08%) benefit from Passivated Emmiter Rear Contact (PERC) technology.
- PID Resistance**
 Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.
- Low-light Performance**
 Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.
- Severe Weather Resilience**
 Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- Durability Against Extreme Environmental Conditions**
 High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings

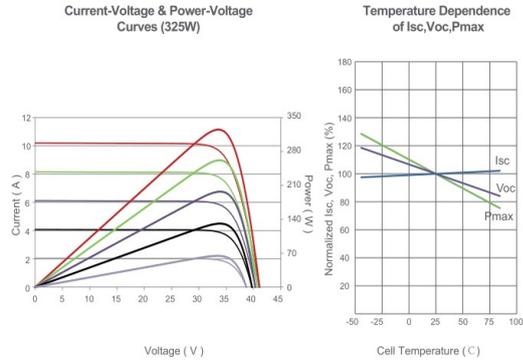


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallet , 62pcs/stack, 868pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of cells	60 (6×10)
Dimensions	1665×1002×35mm (65.55×39.45×1.38 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm ² , Length 900mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM315M-60		JKM320M-60		JKM325M-60		JKM330M-60		JKM335M-60	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	315Wp	235Wp	320Wp	239Wp	325Wp	242Wp	330Wp	246Wp	335Wp	250Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	33.2V	31.2V	33.4V	31.4V	33.6V	31.6V	33.8V	31.8V	34.0V	32.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.56A	9.59A	7.62A	9.68A	7.66A	9.77A	7.74A	9.87A	7.82A
Open-circuit Voltage (Voc)	40.7V	37.6V	40.9V	37.8V	41.1V	38.0V	41.3V	38.2V	41.5V	38.4V
Short-circuit Current (Isc)	10.04A	8.33A	10.15A	8.44A	10.20A	8.54A	10.31A	8.65A	10.36A	8.74A
Module Efficiency STC (%)	18.88%		19.18%		19.48%		19.78%		20.08%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.37%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

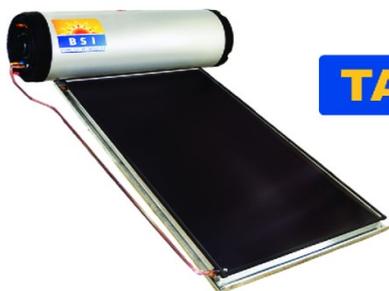
STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📡 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📡 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM315-335M-60-A2-EN

Annexe B : Fiche technique de capteur solaire 200L



TAKA BIOME 200 EM



Caractéristiques Générales

Thermosiphon Direct

Surface du capteur	1,95 m ²
Capacité de stockage ballon	185 Litres
Poids à vide	124 kg
Poids total en charge	313 kg
Nombre de capteur	01

Caractéristiques Du Capteur

Capteur k720-TS-D15

Dimensions extérieures(mm)	1884 x 1035 x 77
Surface brute	1,95 m ²
Surface absorbeur	1,84 m ²
Pression maximale d'utilisation	10 bars
Poids à vide	31 kg
Contenance de l'absorbeur	2.9 Litre

Absorbeur

Grille de l'absorbeur	Cuivre en Harpe
Nombre de tube	08
Diamètre du tube	15 mm
Diamètre du collecteur	22 mm
Type d'absorbeur	Aluminium
Nombre d'absorbeur	01
Connexion grille/absorbeur	soudure laser
Revêtement de l'absorbeur sélectif (MIROTHERM)	Couche hautement

Coffre Du Capteur

Matériaux du cadre	Profilé en aluminium anodisé en une seule pièce
Fond du cadre	Tôle Alluminium
Epaisseur du cadre	Profilé de 75 mm
Orifices d'aération	04
Position des orifices d'aération	02 sur chaque grand coté du cadre
Protection angulaire du cadre	04, Résistant aux chocs et protection anti UV

Isolation Thermique

Isolation du fond	Laine minérale
Epaisseur de l'isolant	30 mm
Valeur nominale de la conductivité thermique	0.039(W/m °K)

Couverture Transparente

Qualité du verre	verre spécial solaire sécurité, claire et faible teneur en fer.
Epaisseur du verre	3,2 mm

Caractéristiques Du Ballon De Stockage

Ballon 200 EM

Caractéristiques Générales Du Ballon

Disposition du réservoir	Horizontale
Capacité nominale	185 Litres
Echangeur Intégré	non

Caractéristiques Dimensionnelles Du Ballon

Diamètre extérieur	0,55 m
Longueur totale	1,5 m
Poids total à vide	56 kg
Poids total en charge	241 kg

Caractéristiques De La cuve De Stockage

Matériaux de la cuve	Acier pour emailage
Revêtement intérieur	Emailage
Embout de connexion hydraulique	4 Embouts en Acier Noir épaisseur 4,5 mm ø 25,5 mm
Protection anti corrosion	1 couche Email et 1 anode magnésium.
Température maximale	120 C°
Pression maximale	14 Bars

Habillage Extérieur Du Ballon

Matériau de la jaquette	Tôle galvanisée prélaquée avec une protection par film plastique.
Epaisseur de la jaquette	0,6 mm
Couleurs	Gris, Blanc, Jaune Sable

Isolation Du Ballon

Matériau de l'isolation	Mousse polyuréthane
Epaisseur de l'isolation	50 mm
Densité de l'isolation	37 kg/m ² - 40 kg/m ²
Mode de réalisation	Injection par machine à haute pression

TAKA BIOME 200 EM



Isolation Du Ballon

Matériau de l'isolation	Mousse polyuréthane
Epaisseur de l'isolation	50 mm
Densité de l'isolation	37 kg/m ² - 40 kg/m ²
Mode de réalisation	Injection par machine à haute pression

Connexion Hydraulique Ballon/Capteur

Matériau du tube	Cuivre
Diamètre du tube	22 mm
Isolation du tube	Calorifuge

Caractéristiques Des Autres Composants

Caractéristiques Du Groupe De Sécurité

Nom de la marque	SOPAL/SFR/WATTS
Tarage de la soupape	7 bars

Appoint électrique/Porte Resistance

Nom de la marque	BAUMONT FRANCE
Puissance	résistance en céramique 1800 W
Position dans le ballon	Horizontale
Mode de régulation	Thermostat
Caractéristique du câble électrique	2 x 2,5 mm ²
Porte résistance	Barillé en INOX

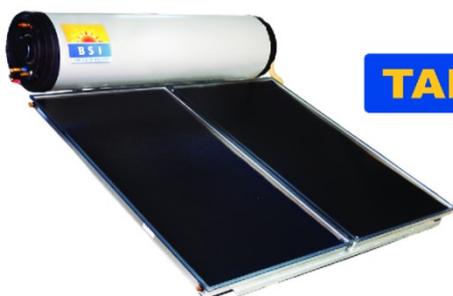
Kit Support

Matériau du support	Tôle galvanisée/Magnélic (selon la demande)
Epaisseur	1,5 et 2 mm
Position dans le ballon	Horizontale
Inclinaison du support	Principalement 30°
Autre inclinaison	à la demande du client



www.biome-solar.com

Annexe C : Fiche technique de capteur solaire 300L



TAKA BIOME 300 EM



Caractéristiques Générales

Thermosiphon Direct

Surface du capteur	3,90 m ²
Capacité de stockage ballon	295 Litres
Poids à vide	176 kg
Poids total en charge	478 kg
Nombre de capteur	02

Caractéristiques Du Capteur

Capteur k720-TS-D15

Dimensions extérieures(mm)	1884 x 1035 x 77
Surface brute	1,95 m ²
Surface absorbeur	1,84 m ²
Pression maximale d'utilisation	10 bars
Poids à vide	31 kg
Contenance de l'absorbeur	2.9 Litre

Absorbeur

Grille de l'absorbeur	Cuivre en Harpe
Nombre de tube	08
Diamètre du tube	15 mm
Diamètre du collecteur	22 mm
Type d'absorbeur	Aluminium
Nombre d'absorbeur	01
Connexion grille/absorbeur	soudure laser
Revêtement de l'absorbeur sélectif (MIROTHERM)	Couche hautement

Coffre Du Capteur

Matériaux du cadre	Profilé en aluminium anodisé en une seule pièce.
Fond du cadre	Tôle Alluminium
Epaisseur du cadre	Profilé de 75 mm
Orifices d'aération	04
Position des orifices d'aération	02 sur chaque grand coté du cadre
Protection angulaire du cadre	04, Résistant aux chocs et protection anti UV

Isolation Thermique

Isolation du fond	Laine minérale
Epaisseur de l'isolant	30 mm
Valeur nominale de la conductivité thermique	0,039(W/m °k)

Couverture Transparente

Qualité du verre	verre spécial solaire sécurit, claire et faible teneur en fer
Epaisseur du verre	3,2 mm

Caractéristiques Du Ballon De Stockage

Ballon 300 EM

Caractéristiques Générales Du Ballon

Disposition du réservoir	Horizontale
Capacité nominale	295 Litres
Echangeur Intégré	non

Caractéristiques Dimensionnelles Du Ballon

Diamètre extérieur	0,55 m
Longueur totale	2,01 m
Poids total à vide	75 kg
Poids total en charge	370 kg

Caractéristiques De La cuve De Stockage

Matériaux de la cuve	Acier pour emailage
Revêtement intérieur	Emailage
Embout de connexion hydraulique	4 Embouts en Acier Noir épaisseur 4,5 mm ø 25,5 mm
Protection anti-corrosion	le ballon est protégé contre la corrosion par 1 couche d'email et 1 anode en magnésium

Caractéristique	Anode en magnésium diamètre 32 mm et de longueur 400 mm.
Température maximale	120 C°
Pression maximale	14 Bars

Habillage Extérieur Du Ballon

Matériau de la jaquette	Tôle galvanisée prélaquée avec une protection par film plastique.
Epaisseur de la jaquette	0,6 mm
Couleurs	Gris, Blanc, Jaune Sable

TAKA BIOME 300 EM



Isolation Du Ballon

Matériau de l'isolation	Mousse polyuréthane
Epaisseur de l'isolation	50 mm
Densité de l'isolation	37 kg/m ² - 40 kg/m ²
Mode de réalisation	Injection par machine à haute pression

Connexion Hydraulique Ballon/Capteur

Matériau du tube	Cuivre
Diamètre du tube	22 mm
Isolation du tube	Calorifuge

Caractéristiques Des Autres Composants

Caractéristiques Du Groupe De Sécurité

Nom de la marque	SOPAL/SFR/WATTS
Tarage de la soupape	7 bars

Appoint électrique/Porte Resistance

Nom de la marque	BAUMONT FRANCE
Puissance	résistance en céramique 1800 W
Position dans le ballon	Horizontale
Mode de régulation	Thermostat
Caractéristique du câble électrique	2 x 2,5 mm ²
Porte résistance	Barillé en INOX

Kit Support

Matériau du support	Tôle galvanisée/Magnéris (selon la demande)
Epaisseur	1,5 et 2 mm
Position dans le ballon	Horizontale
Inclinaison du support	Principalement 30°
Autre inclinaison	à la demande du client



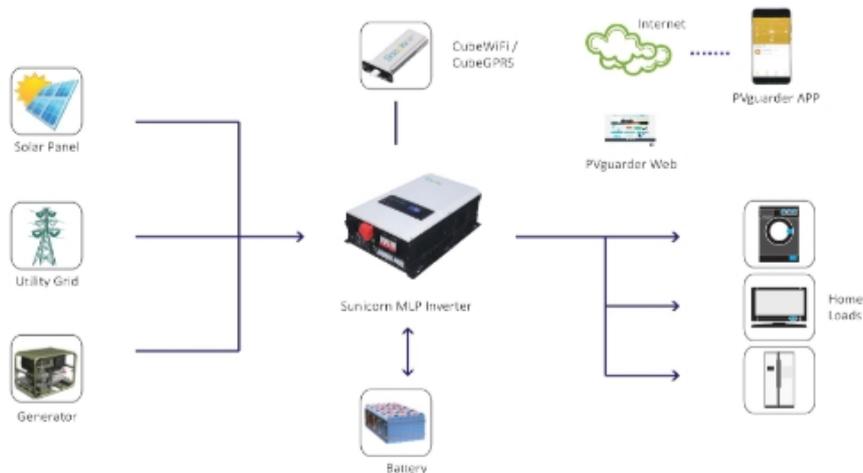
www.biome-solar.com

Annexe D : Fiche technique du Convertisseur

Sunrino MLP Series Low Frequency Off-Grid Solar Inverter

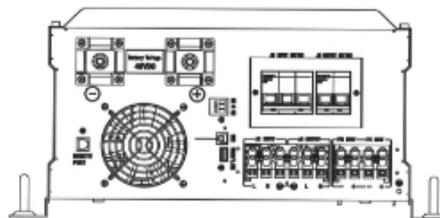
MAIN FEATURES:

- Rated power 4kw to 12kw, with DSP control
- Pure sine wave AC output
- Built-in MPPT solar charge controller
- Low frequency with transformer
- Configurable AC/ solar input priority via LCD setting
- Compatible to mains voltage or generator power
- WIFI/GPRS remote monitoring
- RS485 communication for BMS



INTRODUCTION:

Sunrino MLP series off grid inverter is a multifunctional machine which is combined functions of inverter, PV charger and AC charger. The comprehensive LCD display controller gives configurable and easily accessible operation such as battery charging current, AC/solar charger priority, and selectable input voltage based on different applications.



BOTTOM VIEW

SPECIFICATION

Model	Sunrino-MLP 4KW	Sunrino-MLP 5KW	Sunrino-MLP 6KW	Sunrino-MLP 8KW	Sunrino-MLP 10KW	Sunrino-MLP 12KW
Battery Voltage	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC
Rated Power	4KW	5KW	6KW	8KW	10KW	12KW
INVERTER OUTPUT						
Output Voltage	220V-230V-240V	220V-230V-240V	220V-230V-240V	220V-230V-240V	220V-230V-240V	220V-230V-240V
Surge Rating (20ms)	12KW	15KW	18KW	24KW	30KW	36KW
Capable Of Starting Electric Motor	2HP	2HP	3HP	4HP	5HP	6HP
Waveform	Pure sine wave	Pure sine wave	Pure sine wave	Pure sine wave	Pure sine wave	Pure sine wave
Output Frequency	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz
SOLAR CHARGER & AC CHARGER						
Maximum PV Charge Current	80A	80A	80A	120A	120A	120A
Maximum PV Array Power	5000W	5000W	5000W	7000W	7000W	7000W
MPPT Operating Voltage	60-145VDC	60-145VDC	60-145VDC	60-145VDC	60-145VDC	60-145VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	150VDC	150VDC	150VDC	150VDC	150VDC	150VDC
AC Input Voltage	220V-230V-240VAC	220V-230V-240VAC	220V-230V-240VAC	220V-230V-240VAC	220V-230V-240VAC	220V-230V-240VAC
Frequency Range	50Hz/60Hz(Auto sensing)					
Overcharger Protection	AGM:60V; FLD: 62V; USE: CV+4.0V					
Maximum AC Charge Current	40A	50A	60A	70A	80A	100A
Maximum Charge Current (PV+AC)	120A	130A	140A	190A	200A	220A
MECHANICAL SPECIFICATIONS						
Dimensions(W*H*D)	540*360*225mm	540*360*225mm	540*360*225mm	650*380*225mm	650*380*225mm	650*380*225mm
Net Weight(Solar CHG)kg	41	46	50	64	66	75
OTHERS						
Typical Transfer Time	10ms(max)	10ms(max)	10ms(max)	10ms(max)	10ms(max)	10ms(max)
Communication Interface	USB/RS485	USB/RS485	USB/RS485	USB/RS485	USB/RS485	USB/RS485
Operation Temperature Range	0°C to 40°C	0°C to 40°C	0°C to 40°C	0°C to 40°C	0°C to 40°C	0°C to 40°C
Storage Temperature	-15°C-60°C	-15°C-60°C	-15°C-60°C	-15°C-60°C	-15°C-60°C	-15°C-60°C

Annexe E : Fiche technique du Batterie UPG150-12



UPG150-12 (12V150Ah/20hr)



UPG Series is GEL battery which is manufactured with AGM separator and colloidal Silicon. Gel battery are featured with low self-discharge, strong ability to recover from deep discharging, excellent cycle life and performance at cold ambient temperatures than conventional VRLA

Battery Construction

Component	Positive plate	Negative plate	Container	Cover	Safety valve	Terminal	Separator	Electrolyte
Raw material	Lead dioxide	Lead	ABS	ABS	Rubber	Copper	Fiberglass	Colloidal silicon

General Feature

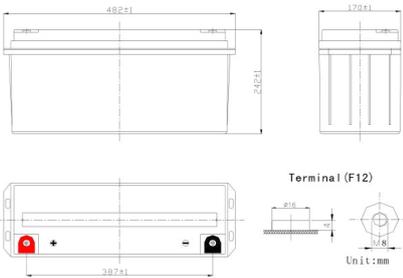
- Micro millimeter SiO₂ and H₂SO₄ technology for Efficient gas recombination of up to 99% and Freedom from electrolyte maintenance or water adding.
- Not restricted for air transport-complies with IATA/ICAO Special Provision A67.
- UL-recognized component.
- Can be mounted in any orientation.
- Computer designed lead, calcium tin alloy grid for high power density.
- Long service life, float or cyclic applications.
- Maintenance-free operation.
- Low self discharge.

Performance Characteristics

Capacity 77°F(25°C)	100 hour rate (1.66A 11.1V)	166Ah
	20 hour rate (7.5A、10.8V)	150Ah
	10 hour rate (13.8A、10.5V)	138Ah
	1 hour rate (87A、9.6V)	87Ah
Internal Resistance	Full charged Battery 77°F(25°C):7mΩ	
Operating Temperature Range	Discharge: -20~60°C	
	Charge: -10~60°C	
	Storage: -20~60°C	
Self-Discharge 3% of capacity declined per month at 20°C(average)		
Max. discharge current 77°F(25°C): 1000A(5S)		
Charge (Constant Voltage)	Float: 13.38~13.68 V/77°F(25°C)	
	Cycle:14.28~14.52 V/77°F(25°C) Max. Current: 37.5A	

SPECIFICATION

Nominal voltage 12V
 Number of cell 6
 Length(mm/inch) 482/19.0
 Width(mm/inch) 170/6.69
 Height(mm/inch) 242/9.53
 Total Height(mm/inch) 242/9.53
 Approx. Weight(kg/lbs) 44/96.8



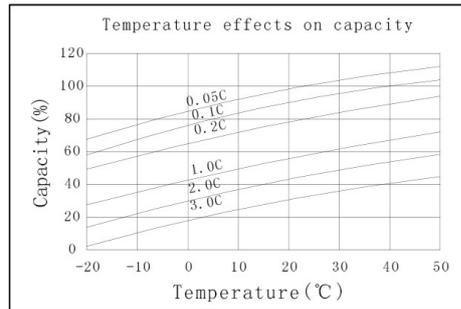
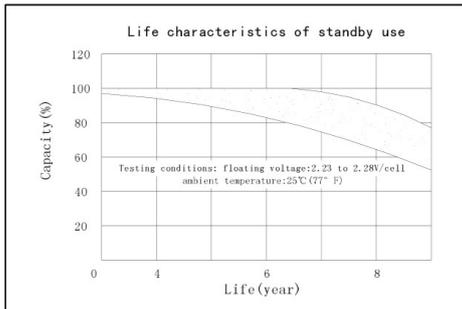
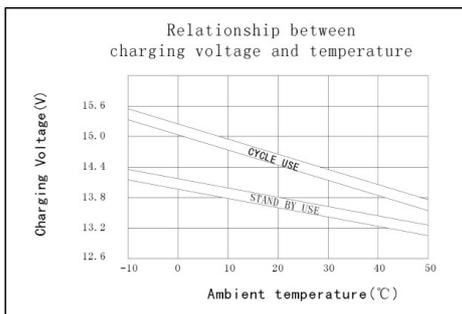
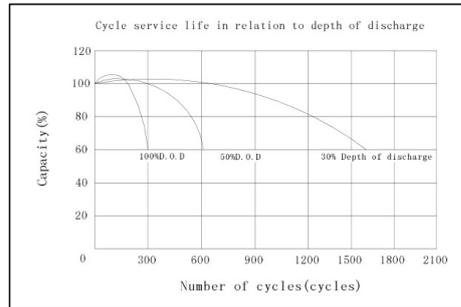
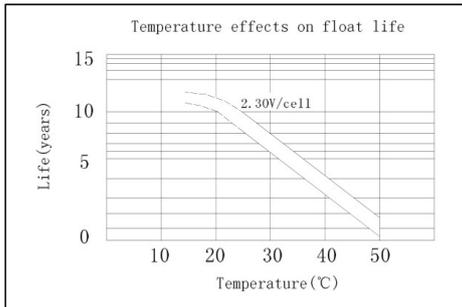
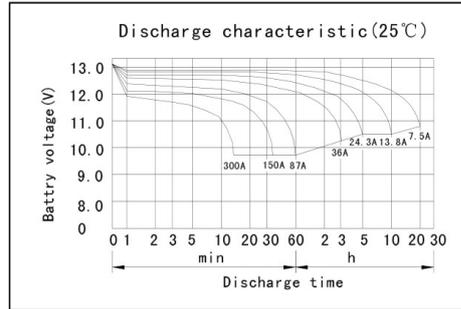
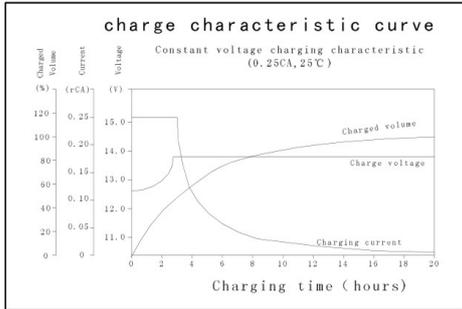
Discharge Constant Current (Amperes at 77°F 25°C)

End Point Volts/Cell	5min	10min	15min	30min	1h	3h	5h	10h	20h
1.60V	381	308	252	146	87.0	36.9	25.0	14.3	7.60
1.65V	352	296	239	143	85.1	36.5	24.7	14.2	7.56
1.70V	330	278	228	138	83.0	36.0	24.5	14.0	7.52
1.75V	318	261	216	132	81.3	35.0	24.3	13.8	7.50
1.80V	286	250	205	126	79.2	33.7	23.8	13.3	7.46

Discharge Constant Power (watts at 77°F 25°C)

End Point Volts/Cell	5min	10min	15min	30min	45min	1h	2h	3h	5h
1.60V	697	545	448	292	201	182	103	71.6	48.8
1.65V	664	523	433	285	196	180	101	70.8	48.6
1.70V	622	500	420	275	192	177	98.7	69.9	48.2
1.75V	578	470	406	267	187	172	96.8	69.1	47.8
1.80V	536	439	393	258	183	168	95.0	68.1	47.3

(Note)The above characteristics data are average values obtained Within three charge/discharge cycles not the minimum values.



Address: Room 1107-1108, Dreamland and Times Building, Heping Road East, Longhua Town, BaoAn District, ShenZhen, China
TEL: 86-755-2809 4189 Fax: 86-755-8372 2565 Email: info@wbrbattery.com Http:// www.wbrbattery.com

Annexe F : Cahier prescriptions techniques spéciales.

Le cahier a pour but de compléter les spécifications techniques. Le Prestataire est tenu de le remplir.

Les valeurs indiquées au **CPS** sont considérées comme garanties dans les en que les propriétés du matériel fourni ne seront pas inférieures aux indications faites au **CPS**, compte tenu des tolérances où celles-ci existent.

Toute modification nécessaire pour le Prestataire en cours d'exécution d'éventuel contrat sera ou mise par écrit avec les justifications et sera sujette à approbation.

➤ **Panneaux Solaires :**

CARACTÉRISTIQUES	UNI TES	VALE URS
Fabricant		JINKO
Puissance Max:	Wc	315
Tolérance de la puissance	%	0 ~ + 3
V mpp	V	≥ 33.2
L mpp	A	≥ 9.49
V oc	V	≥ 40.7
Rendement	%	≥ 18.18
NOCT	C°	45±2 °C
Température pour la plage de fonctionnement	c	-40°C ~ + 85°C
Isc	A	≥ 10.04

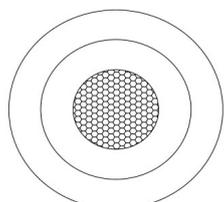
➤ **Batterie**

CARACTERISTIQUES	UNIT	VALEURS
• Fabricant		Universel power
• Type		GEL
• Tension nominale	V	12
• Courant nominal	A	150
• Courant maximal de charge admissible	A	37.5
• Courant maximal de décharge admissible	A	1000
• Tension nominale d'un élément		
0 –En pleine charge	v	14.28~14.52
0 –En charge flottante	V	13.38 ~13.68
• Le nombre de cycles à DOD 20% à 25C°		1500
• La plage de température de fonctionnement	C°	-20 ~ + 60
• Encombrement(Lx l xh)	mm	482*170*242
• Poids	Kg	44

➤ **Convertisseur**

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Nom du fabricant/pays	Chine
Modèle	Sunrino MLP
Puissance de sortie nominale	10 KW
Plage de la tension d'entrée	60-150 V DC
Tension nominale de sortie	220V -230V-240V
Variation de la régulation de la fréquence de sortie	50~60 Hz
Rendement européen	98%
Puissance absorbée en veille	3%
Plage de température ambiante de fonctionnement	-20°C~60°C
Nombre MPPT	02

Annexe G: Fiche technique du Cable 1X25mm²

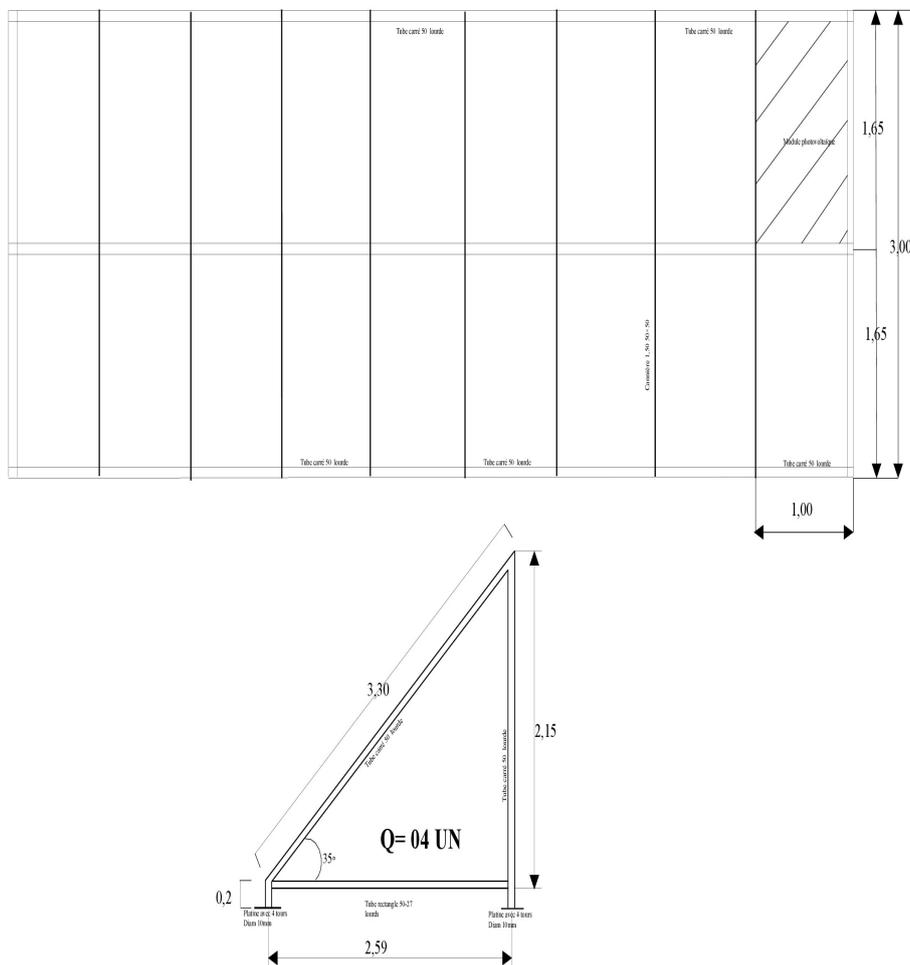
LEADER		技术规格书 Approval Sheets		Sheet NO/编号	LD0805025	
Customer/客户				Construction Figure/截面图:		
Standard/标准	TUV 2PFG 1169/08					
Construction/规格	PV1-F 1X25mm ²					
Construction Item	Units	25.0mm ²				
Construction/构造	mm	361/0.285±0.008				
Material/材质	---	Tinned copper wire				
O.D./绞合外径	mm	7.05				
Insulation (绝缘)						
Material/材质	---	XLPE				
Avg.Thick/平均厚度	mm	1.30				
Min.Thick/最小厚度	mm	1.07				
O.D./线径	mm	9.65±0.3				
Color/颜色	---	黑色				
Twisted Pair (对绞)						
Ins.Color/芯线颜色	---	/				
Lay of Strand/绞距	mm	/				
O.D./绞合外径	mm	/				
Assemble (成缆)						
Filling/填充	---	/				
Lapping/包带	---	/				
Drain.wire/地线	---	/				
Covering (内护)						
Material/材质	---	/				
Avg.Thick/标准厚度	mm	/				
Min.Thick/最小厚度	mm	/				
O.D./线径	mm	/				
Color/颜色	---	/				
Armour(铠装)						
Construction/结构	---	/				
Coverage/覆盖率	%	/				
Shield (屏蔽)						
Material/材质	---	/				
Construction/结构	---	/				
Coverage/覆盖率	%	/				
Jacket (护套)						
Material/材质	---	XLPE				
Avg.Thick/平均厚度	mm	1.20				
Min.Thick/最小厚度	mm	0.92				
O.D./线径	mm	12.05±0.4				
Color/颜色	---	Black				
Surface/外观	---	/				
Marking (印字)						
TUV 2 PFG 1169 PV1-F 1X 25 mm ² -40°C to 90°C AC U0/U 0.6/1KV DC1.0/1.8KV						
				Electric Characters 电气性能		
				Voltage rating/额定电压:0.6/1.8KV		
				Temperature rating/使用环境温度等级:-40~90°C		
				Dielectric strength/耐压强度:AC-6.5kV/5min		
				Spark test/火花测试:AC-10kV/In the air		
				Conductor resistance/导体电阻: 0.85ΩKM Max at20°C		
				Weathering/UV-resistance/抗紫外线:720h, No cracking		
				Thermal endurance properties/热寿命: 25 Years		
Physical Properties 物理性能						
Elongation of unaged values/老化前伸长率(%)≥125%						
Insulation Tensile strength of unaged values /绝缘老化前抗张强度(N/mm2): ≥6.5; Jacket Tensile strength of unaged values /护套老化前抗张强度(N/mm2): ≥8.0						
Aged in a full draft circulating air oven/老化条件: 150±2.0°C/168h						
Elongation of After aging/老化后伸长变化率(%)≤30%						
Tensile strength of After aging/老化后抗张强度变化率: ≤30%						
Ozone resistance/耐臭氧性:25±2°C*24h No cracking						
Cold bend test/冷弯: -40±2°C*16h No cracking						
Cold impact test/冷冲击:-40°C*16h/1000g; 100mm No cracking						
Flame test/阻燃性:IEC 60332						
LEADER TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO.,LIMITED						
Mail:wire-manufacturer@outlook.com						
Mob:+86-136-429-19927						
Tel:+86-769-3335 6021						
APPROVED批准			CHECKED审查		DESIGNED编制	
邹志彬			陈忠吴		陈琪琳	
APPROVED BY THE CLIENT 客户认可						

备注:

Revision Date:2016-8-5

Annexe H: Fiche technique du structeur des panneaux photovoltaïques pour 24 PV

FICHE TECHNIQUE STRUCTURE DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES Pour 24 PV



Annexe I:Questionnaire

Ce questionnaire vise la collecte de données sur installation énergétique à base des panneaux photovoltaïque et thermique.

Q1. Connaissez-vous l'énergie renouvelables ?

- Oui
- Non

Q2. Pour vous doutez d'une installation photovoltaïque ou thermique ?

- Réduire la facturation de sonal gaz
- Autonomie énergétique
- Souci environtale
- Energie produite par intervention humaine.

Q3. Sous quel délai seriez-vous prêt(e) à investir dans une telle installation ?

- Le plutôt possible
- Après une année
- De 2 à 5 ans

Partie 1

Q1. Avez-vous des connaissances sur l'énergie photovoltaïque ?

- Oui
- Non

Q2. Votre site est il ou zone ?

- Isolé
- Urbaine
- rurale

Q3. Nature du site?

- Appartements
- Maison
- Usine
- administration
- Autre

Q4. Votre site possède t'il des espaces ouvert ... ?

- Non
- Oui
- Préciser (toiture, espace ouvert)

Q5. Avez-vous des équipements énergie vaure ... ?

- Non
- Oui précisé

Q7. Votre facteur de l'électricité est elle :

- Entre 20000 DA et 50000 DA

- Entre 50000 DA et 70000 DA
- Entre 70000DA et 100000 DA
- > 100000 DA

Q6. Pour le cas l'entreprise, quelle sont les heurs de travail de la semaine ?

- 8h (1 équipe)
- 16h (2émé équipes)
- 24h (3éme équipes)

Q7. Quelle le budget que vous contez a louez projet à cette installation photovoltaïque ?

- < à 1000000DA
- Entre 1000000 DA et 3000000 DA
- Entre 3000000 DA et 5000000 DA
- > 5000000 DA

Q8. Avez-vous une préférence sur les fournisseurs d'équipements ?

- Des équipements nationaux (de sidi bel3abes, Alger)
- Des équipements étrogné

Partie 2

Q1. Avez-vous des connaissances sur les chaudières thermiques ... ?

- Oui
- Non

Q2. Utilisée vous votre site a des besoins de l'eau chaude ... ?

- Bâtiments
- centrale
- Maison individuelle
- Autre, précisé

Q3. Quelle serait d'après vous de besoins de l'eau chaude ... ?

- 1m3/jour à 5m3/jour
- 1m5/jour à 10m3/jour
- 10m3/jour à 20m3/jour

Q4. Le site visez t'elle des habitant et grand habitant est lui créer de l'ombrage ... ?

- Oui
- Non

Q7. Quelle le budget que vous contez a louez projet à cette installation thermique ?

- < à 170000DA
- Entre 170000 DA et 200000 DA
- Entre 200000 DA et 250000 DA
- > 300000 DA

Annexe J: Programme GUI

```
function varargout = untitled2(varargin)
% UNTITLED2 MATLAB code for untitled2.fig
%   UNTITLED2, by itself, creates a new UNTITLED2 or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = UNTITLED2 returns the handle to a new UNTITLED2 or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   UNTITLED2('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in UNTITLED2.M with the given input arguments.
%
%   UNTITLED2('Property','Value',...) creates a new UNTITLED2 or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before untitled2_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to untitled2_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text3 to modify the response to help untitled2

% Last Modified by GUIDE v2.5 04-Nov-2020 22:25:05

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @untitled2_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @untitled2_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before untitled2 is made visible.
function untitled2_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to untitled2 (see VARARGIN)

% Choose default command line output for untitled2
```

```

handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes untitled2 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
[x, map]=imread('champ PV.jpg')
axes(handles.axes1)
imshow(x,map)
[x, map]=imread('logo.png')
axes(handles.axes2)
imshow(x,map)

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = untitled2_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function ir_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to ir (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
ir = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(ir)
    set(hObject, 'String', 0);
    errorldg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.ir = ir;
guidata(hObject,handles)

% Hints: get(hObject,'String'); % returns contents of ir as text3
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of ir as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function ir_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to ir (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function EjT_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to EjT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
EjT = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(EjT)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.EjT = EjT;
guidata(hObject,handles)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of EjT as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of EjT as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function EjT_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to EjT (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function pc_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to text3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String'); %returns contents of text3 as text3
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of text3 as a double

% --- Executes on button press in claculate.
function claculate_Callback(hObject, eventdata, handles)

% text3=(21214*1000)/(i*0.6);
% coefP=0.6;
% 1000W/m2 (puissance donnée par le panneau);
% pc:la puissance du champ phototoltaic;

Ir = handles.ir; %Ir:irradiation
EJT = handles.EjT; %EJT:l'énergie journalière total
pc=(EJT*1000)/(Ir*0.6)
set(handles.pc, 'String', pc);

```

```

% hObject    handle to claculate (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function PCn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PCn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
PCn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(PCn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errorldg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.PCn = PCn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of PCn as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of PCn as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function PCn_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PCn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function Npv_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Npv (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of Npv as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of Npv as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function Npv_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Npv (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))

```

```

    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in calculator.
function calculator_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to calculator (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

PCn = handles.PCn;
Npv=PCn/315
set(handles.Npv, 'String', Npv);

function EjTn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to EjTn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
EjTn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(EjTn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.EjTn = EjTn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of EjTn as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of EjTn as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function EjTn_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to EjTn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function C_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to C (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of C as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of C as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function C_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to C (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function Cn_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Cn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
guidata(hObject,handles);
Cn = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(Cn)
    set(hObject, 'String', 0);
    errordlg('Input must be a number','Error');
end

% Save the new density value
handles.Cn = Cn;
guidata(hObject,handles)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of Cn as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of Cn as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function Cn_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Cn (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in calculerNb.
function calculerNb_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to calculerNb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
Cn = handles.Cn;
Nb=Cn/150
set(handles.Nb, 'String', Nb);

```

```

function Nb_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Nb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of Nb as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of Nb as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function Nb_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Nb (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in calculerC.
function calculerC_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to calculerC (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
EjTn = handles.EjTn;
C=(1*EjTn)/(12*0.8)
set(handles.C, 'String', C);
end

```

ملخص:

في إطار هذا العمل، قمنا بدراسة منشأة (كهر وضوئية / حرارية) لمدرسة ما. تهدف هذه الأخيرة إلى التقاط الطاقة الشمسية من أجل استخدامها بعد ذلك في إنتاج الكهرباء والمياه الساخنة المنزلية. حاليا تعرف هذه التكنولوجيا تطورا في مختلف القطاعات التي تتطلب استخدام الكهرباء، على سبيل المثال السكنات الفردية والجماعية.

يشرح هذا الدليل العملي كيفية تحديد السعة وتنصيب النظامين اللذان يلبيان الاحتياجات الخاصة التقنية والاقتصادية للمستخدم (المدرسة)، ويتم تحديد هذه السعة يدوياً و بواسطة البرنامج (Pvsyst من أجل كهر وضوئية و SOLO من أجل سخانات المياه).

ثم قمنا بدراسة تقنية اقتصادية تم إجراؤها من خلال فواتير مسترجعة من سونالغاز SONALGAZ وكشوف التنصيب بغية تحديد التكلفة وفترة الاستهلاك متبوعا بدراسة تطوير واجهة رسومية.

الكلمات المفتاحية : كهر وضوئية / حرارية / نظام Pvsyst / SOLO / Wattneed (واتونيد)/ الطاقة الشمسية / (ملنقط) الطاقة الشمسية / الألواح كهر وضوئية.

Résumé

Dans le cadre de ce travail, nous avons fait l'étude d'une installation (photovoltaïque/thermique) d'une école. Cette dernière vise à capter l'énergie solaire pour servir ensuite à la production de l'électricité et de l'eau chaude sanitaire.

Cette technologie connaît aujourd'hui un développement dans des différents secteurs ayant besoin de l'électricité, à titre d'exemple les habitats individuels et collectifs.

Ce guide pratique explique comment dimensionner et installer les deux systèmes répondant aux besoins spécifiques techniques et économiques de l'utilisateur (école), ce dimensionnement fait manuellement et par logiciel (Pvsyst pour PV et SOLO pour chauffe eau).

Après une étude techno-économique réalisée par des factures récupérées de SONALGAZ et le devis quantitative et estimatif d'installation pour déterminer le retour d'investissement suivie par un développement d'une interface graphique GUI et l'étude comparative.

Mots clés : Photovoltaïque, Thermique, Pvsyst, SOLO, Wattneed, l'énergie solaire, Capteur solaire, Panneau photovoltaïque, Matlab (GUI).

Abstract

As part of this work, we studied an installation (photovoltaic / thermal) of a school, which latter aims to capture solar energy to then be used for the production of electricity and domestic hot water.

This technology is now developing in various sectors requiring electricity, for example individual and collective housing.

This practical guide explains how to size and install the two systems meeting the specific technical and economic needs of the user (school), this sizing done manually and by software (Pvsyst for PV and SOLO for water heaters).

After that, a techno-economic study carried out by invoices recovered from SONALGAZ and the quantitative and estimated detection of installation in order to determine the return of investment followed by a development of a graphical interface (GUI).

Key words: Photovoltaic, Thermal, Pvsyst, SOLO, Wattneed, solar energy, solar collector, Photovoltaic panel, Matlab (GUI).