



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة العربي التبسي - تيسة
Université Larbi Tebessi - Tébessa
معهد المناجم
Institut des Mines
قسم الإلكتروميكانيك
Département Electromécanique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Electromécanique

Option : Electromécanique

*Contribution à l'étude de l'implantation des énergies
renouvelables dans les mines*

Par

Hanachi Djalila et Seghour Salsabil

Devant le jury :

DAOUADI Rabah	MAA	Président	Université Larbi TebessiTébessa
AOULMI Zoubir	MCA	Encadreur	Université Larbi TebessiTébessa
MELKIA Chouki	MAA	Examineur1	Université Larbi TebessiTébessa
HOUAM Ala	MAA	Examineur2	Université Larbi TebessiTébessa

Promotion 2021-2022



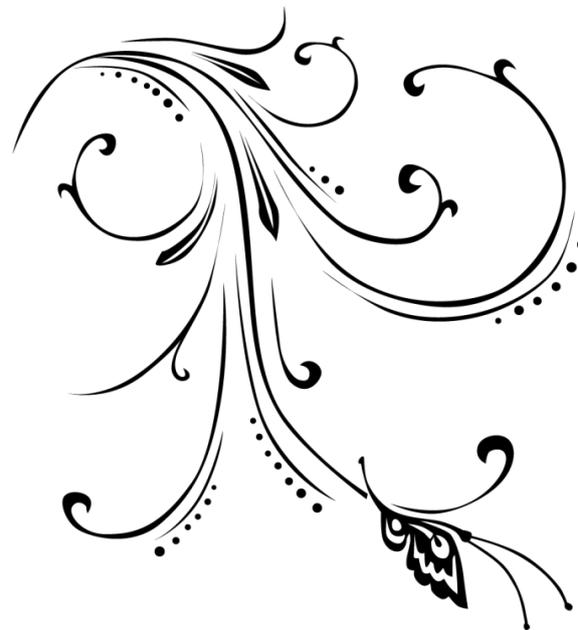
Remerciement

En premier lieu, je tiens à remercier le bon DIEU, de
m'avoir donné

Le courage et la patience pour mener à bien ce
Travail pendant toute cette longue année, je remercie
également mes parents et toute ma famille pour tout ce
qu'ils ont fait pour moi,

J'ai à coeur également de remercier tous ceux
Qui m'ont aidé de se travail. Je remercie également les membres du jury
Qui ont accepté d'examiner et d'estimer ce travail.

En fin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près où de loin à la
réalisation de ce travail.



DEDICASE

*Je dédie ce modeste travail à : MAMAN ET PAPA
Allah Yarhmo , qui étaient toujours là pour moi dès mon
enfance, garce à eux que J'ai pu atteindre ce succès
Que Dieu les protège*

A Mon cher frères : MOHAMED TAHER, ABDOU

A ma chères sœurs : ZINEB, SALMA

A tous mes amis et collègues sans exception.

Djalila

DEDICASE

Je dédie ce modeste travail à :

*MAMA et PAPA ALLAH YICHHI , qui étaient toujours
là pour moi*

*dès mon enfance, grâce à eux que J'ai pu
atteindre ce succès*

Que Dieu les protège

A Mon chers frères : HAMZA , ZAKARIA

A MON AMIS : MOFIDA ET OMRAN allah yarhmhom .

A toute ma famille

A tous mes amis et collègues sans exception.

SALSABIL

LISTES DES FIGURES

CHAPITRE I	
Figure I.1 : Les énergies renouvelables	4
Figure I.2 : Schéma général du fonctionnement d'une centrale hydroélectrique	5
Figure I.3 : Le fonctionnement de base d'une éolienne domestique	5
Figure I.4 : Énergie Biomasse	7
Figure I.5 : Énergie Géothermie	8
Figure I.6 : Énergie Solaire	9
CHAPITRE II	
Figure II. 1 : Représentation en coupe d'une cellule photovoltaïque	13
Figure II. 2 : Éléments d'un système solaire photovoltaïque	14
Figure II. 3 : Cellule photovoltaïque et panneau photovoltaïque.	15
Figure II. 4 : Module au silicium monocristallin.	16
Figure II. 5 : Module au silicium polycristallin	17
Figure II. 6 : Module au silicium amorphe	17
Figure II. 7 : Exemple d'une connexion en série-parallèl	19
Figure II. 8 : Types des Batteries	21
Figure II. 9 : Types de connexion des batteries	23
Figure II. 10 : les différentes types de l'onduleur	26
Figure II. 11 : système PV autonome	28
Figure II. 12 : système PV raccordée au réseau	29
CHAPITRE III	
Figure III.1 : Courbe I(V) Irradiation	35
Figure III.2 : Courbe P(V)	35
Figure III.3 : Courbe I(V) résistance	36
Figure III.4 : Courbe I(V) résistance shunt	36
Figure III.5 : caractéristiques de panneau LC	37
Figure III.6 : montage hybride	39
Figure III.7 : Interface de logiciel PVSYST	44
Figure III.8 : Caractéristiques climatiques du site de BOUKHADRA	45
Figure III.9 : Trajectoire du soleil à BOUKHADRA	46
Figure III.10 : <i>Orientation et inclinaison du système PV</i>	46
Figure III.11 : Schéma simplifié d'une installation PV autonome	47
Figure III.12 : Besoins d'utilisateur	47
Figure III.13 : Dimensionnement des batteries	48
Figure III.14 : Dimensionnement de module et onduleur	48
Figure III.15 : Paramètre de simulation	49
Figure III.16 : Energie incidente de référence sur le plan des panneaux	50
Figure III.17 : Distribution annuelle de rayonnement incidente	50
Figure III.18 : Distribution annuelle de la puissance en sortie du champ PV	51
Figure III.19 : Diagramme d'entrée/sortie journalier du système PV	52
Figure III.20 : le résultat de rapport	52
Figure III.21 : diagramme des pertes par flèche	53

LISTES DES TABLEAUX

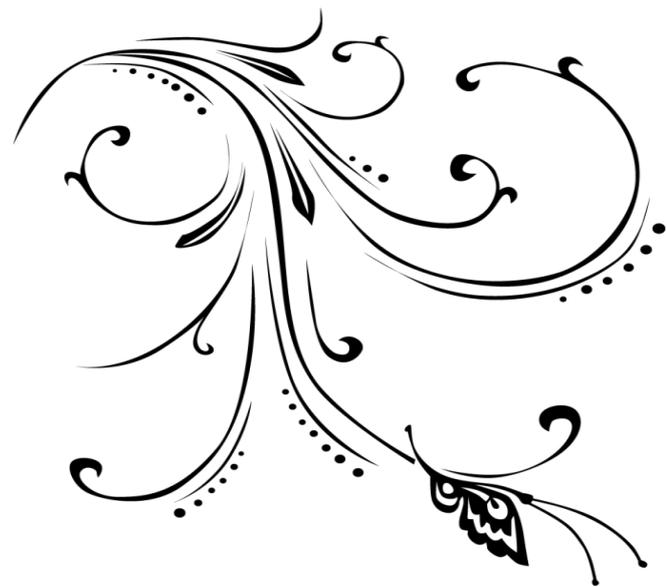
Tableau II. 1 : <i>Facteur de correction de la capacité en fonction de la température</i>	23
Tableaux III.3 <i>la tension de l'installation</i>	32
Tableaux III.2 <i>Consommation énergétique de service électrique et concasseur</i>	33
Tableaux III.4 <i>Comparaison entre la méthode utilisée et la simulation</i>	34

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Listes des figures	
Listes des tableaux	
Introduction Générale	01
CHAPITRE I	
I. Introduction	03
I.1 Définition	03
I. 2 Types de l'énergie renouvelable	04
I.2.1 Énergie hydroélectrique	04
I.2.2 Énergie éolienne	05
I.2.3 Énergie Biomasse	05
I.2.4 Énergie Géothermie	07
I.2.5 Énergie Solaire	08
I.3 Les Énergie en Algérie	09
I.4 Conclusion	10
CHAPITRE II	
II. Introduction	12
II.1 Historique	12
II.2 Composant des systèmes solaires photovoltaïques	13
II.3 Description globale	13
II.4 Le Générateur photovoltaïque	14
II.5La batterie	19
II.6Le régulateur de charge	24
II.7L'onduleur	25
II.8Différentes types d'installation photovoltaïque	27
II.9Conclusion	29
CHAPITRE III	
III. Introduction	31
III.1 Objectif du travail	31
III.2 Présentation de la mine	31
III.3Dimensionnement du générateur photovoltaïque	33
III.4 Dimensionnement des Batteries	39
III.5 Dimensionnement de l'onduleur et du régulateur	41
III.6 Validation par logiciel PVSYST	44
III.7 Résultats de simulation	47
III.8 Simulation des équipements énergétiques	48
III.9 Rapport de simulation	49
III.10Comparaison entre la méthode utilisée et la simulation	53
III.11 conclusion	54
Conclusion générale	56



Introduction
Générale



Introduction générale

Au plan Algérien, la question de l'approvisionnement en énergie électrique devient chaque jour une préoccupation.

Le gisement solaire, est l'énergie disponible à un instant ou sur une période de temps donnée, fournie par le rayonnement solaire. D'une part, le soleil est la source d'énergie la plus puissante. D'autre part, Cette énergie est disponible en abondance sur toute la surface terrestre et malgré une décroissance importante lors de la traversée de l'atmosphère, la quantité restante demeure encore importante quand elle arrive à la surface de la terre.

Les installations photovoltaïques nécessitent un dimensionnement pour toute utilisation en tenant compte de : la localisation, du besoin et de l'autonomie de la batterie, et aussi une régulation impérative du fonctionnement des équipements.

L'objectif essentiel de ce mémoire est de présenter une vue d'ensemble sur l'énergie solaire. Nous insistons, en premier lieu, sur ces bases méthodologiques et techniques, d'une part. Et d'autre part, nous utilisons une méthode globale pour le dimensionnement des installations photovoltaïques, qui cerne assez toute l'installation.

Le mémoire traite aussi la faisabilité de l'utilisation de l'énergie électrique dans l'industrie minière. Nous avons choisi, le dimensionnement de l'installation photovoltaïque pour alimenter le concasseur et quelques éléments électriques.

Le présent travail est représenté en trois chapitres. Dans un premier chapitre de ce mémoire nous présentons brièvement une généralité sur les énergies renouvelables. Dans le deuxième chapitre, nous exposons un aperçu sur les systèmes photovoltaïques. Le troisième chapitre est consacré au dimensionnement de l'installation solaire pour alimenter quelques éléments dans la mine de Boukhadra.

Ce mémoire se termine par une conclusion générale qui englobe et résume ce travail.



Chapitre I

Généralités sur les énergies renouvelables



I. Introduction

Dans toute discussion sur le changement climatique, les énergies renouvelables arrivent généralement en priorité que l'humanité peut mettre en œuvre pour éviter les effets de serre et la hausse des températures. En effet, les sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire et éolienne n'émettent pas de dioxyde de carbone ni d'autres gaz à effet de serre qui contribuent au réchauffement climatique. Le présent chapitre est une présentation générale sur les énergies renouvelables.

I.1. Définition

L'énergie renouvelable peut être définie comme énergie naturelle qui n'a pas d'approvisionnement limité, elle peut être utilisée toujours et ne s'épuise jamais. Cette définition décrit comment l'énergie renouvelable est une source d'énergie infinie. L'énergie renouvelable est générée à partir de la lumière du soleil, de la pluie, des marées, de la chaleur géothermique et du vent. Ces sources sont naturellement et constamment renouvelées, c'est pourquoi elles sont considérées comme renouvelables.

L'utilisation de sources d'énergie renouvelables est très importante lorsque l'on considère la durabilité de l'utilisation actuelle de l'énergie dans le monde. C'est la principale raison pour laquelle les énergies renouvelables sont si étroitement liées à l'environnement et l'écologie selon de nombreuses personnes. Selon les définitions ci-dessus des énergies renouvelables, nous constatons qu'il est nécessaire de parler d'énergie renouvelable en se référant à ses sources, ci-dessous nous trouvons une liste de sources d'énergie renouvelables qui feront l'objet de détail. [1]



Figure I.1 : *Les énergies renouvelables.*

I.2. Types de l'énergie renouvelable

I.2.1 Énergie hydroélectrique

Cette énergie provient de la force de l'eau en mouvement, Plusieurs technologies permettent d'exploiter cette énergie, les roues à aubes peuvent la transformer directement en énergie mécanique (moulin à eau), tandis que les turbines et les générateurs électriques la transforment en électricité.[2]

A. Avantage

- 👉 Faible coût du KWh pour le gros hydraulique.
- 👉 Possibilité de «stocker» de l'électricité pour le turbinage.
- 👉 L'hydraulique est une énergie renouvelable mise en valeur mais pourtant rarement comptabilisée, elle fournit 13% de la production et contribue également à l'écrêtement des crues.[3]

B. Inconvénients

- ☞ Contrainte géographique.
- ☞ Aléa climatique (sécheresse).
- ☞ Nécessité de concilier les différents usages de l'eau.
- ☞ Impacts sur l'environnement à la construction.[3]

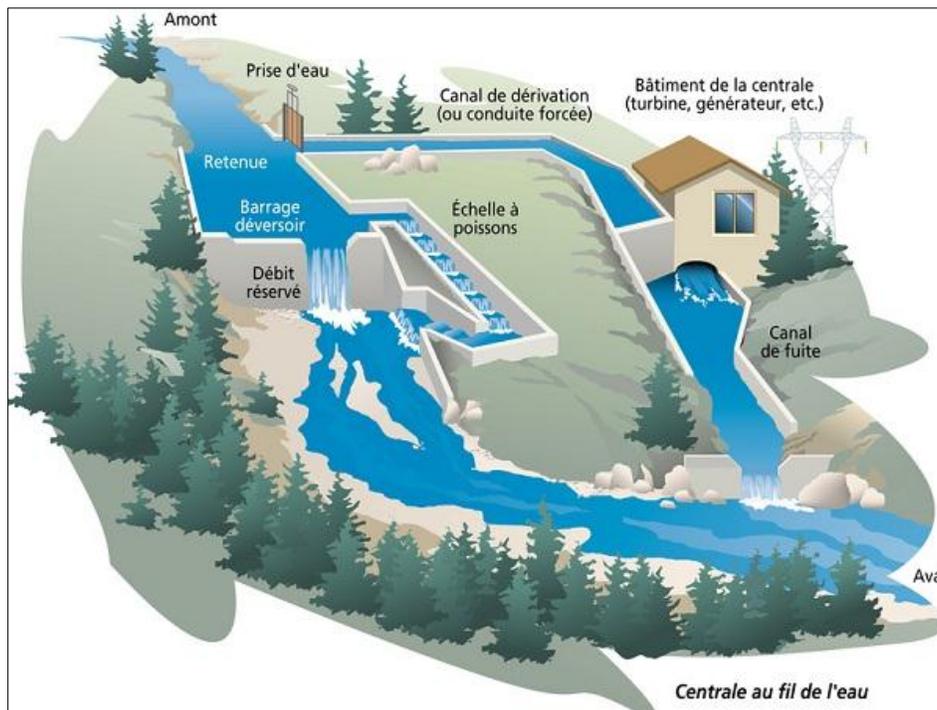


Figure I.2 : Schéma général du fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.

I.2.2 Énergie éolienne

provient de l'énergie cinétique du vent, l'aérogénérateur terme technique désignant l'éolienne, permet de la transformer en électricité. [4]

A. Avantage

- ☞ L'énergie éolienne est propre et peut être associée à des panneaux de photopiles et à une batterie d'accumulateur afin d'optimiser une fourniture d'électricité.[3]

B. Inconvénients

- ☞ L'exploitation de l'énergie éolienne est non polluante parelle-même mais les aérogénérateurs engendrent une pollution acoustique due à la notation des pâles qui engendrent une dégradation du paysage.
- ☞ Faible disponibilité (20 à30%).
- ☞ Difficultés de raccordement au réseau
- ☞ Surface au sol Acceptation du public.[3]

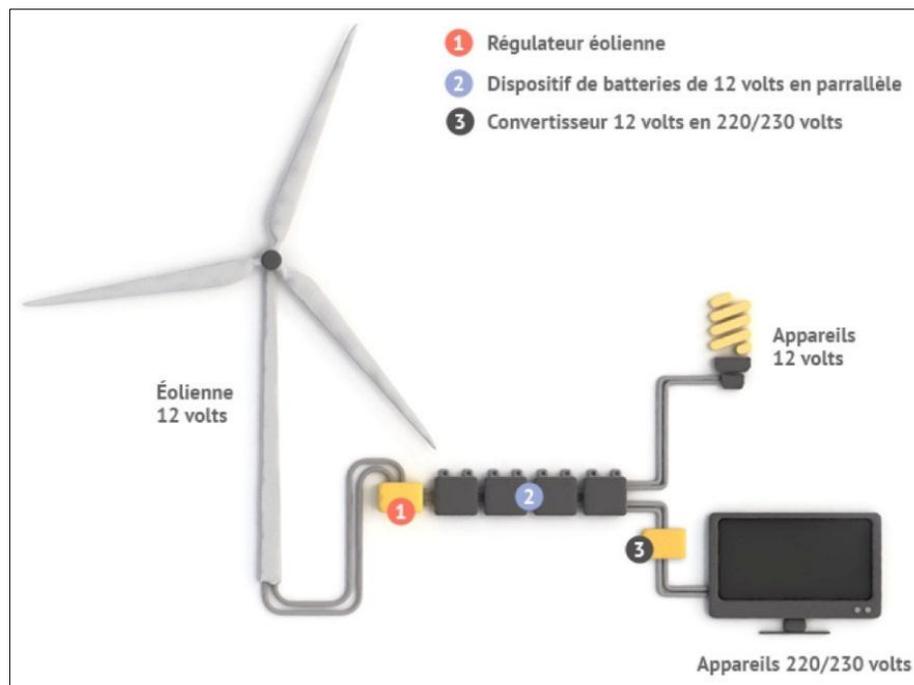


Figure I.3 : Le fonctionnement de base d'une éolienne domestique

I.2.3 Énergie Biomasse

(masse des végétaux) regroupe le bois, la paille, les rafles de maïs, le biogaz et les biocarburants. Le bois issu des déchets de la forêt ou des industries du bois est brûlé pour produire de la chaleur. Il

représente 14 % de la consommation énergétique mondiale.[2]

A. Avantages

- 👉 quelle elle compte, vient directement du soleil et du cycle de vie, ce qui la rend pratiquement inépuisable parce que la biomasse se produit constamment comme conséquence des activités végétales et animales.
- 👉 Ce qu'elle pollue en comparaison à la combustion de combustibles fossiles est bien plus faible, de sorte que son utilisation réduit les émissions de CO₂ et à moins d'impact sur la couche Ozone.
- 👉 Il y a une très grande variété de types de biomasse.
- 👉 Cette énergie génère presque pas d'émissions de particules solides, ni de polluants tels que les substances azotées ou sulfureuses.
- 👉 Elle contribue à la revalorisation économique des zones rurales en participant à la création de nouveau emplois.
- 👉 L'utilisation de déchets provenant d'autres activités, ce que nous appelons la biomasse résiduelle, contribue au recyclage et à la réduction des déchets. En fin de compte, les déchets organiques et inorganiques sont éliminés, ce qui permet de les utiliser à d'autres fins.
- 👉 L'utilisation de cette énergie diminue la dépendance aux énergies fossiles.

B. Inconvénients

- ☞ Parfois, la biomasse est humide et il faut la sécher pour pouvoir la brûler, ce qui provoque une augmentation du coût énergétique.
- ☞ En comparaison au combustible fossile, on a besoin de bien plus de biocombustible pour produire la même quantité d'énergie, c'est d'ailleurs aussi la raison pour laquelle on a besoin de plus grands espaces pour la stocker.
- ☞ Si la biomasse est obtenue par le biais d'une mauvaise procédure, c'est-à-dire d'une manière abusive et mal ciblée, son obtention entraîne la destruction d'habitats naturels et la déforestation des forêts.
- ☞ Les coûts d'utilisation de la biomasse augmentent quand se produisent des difficultés au niveau du transport et du stockage.
- ☞ Bien qu'on puisse trouver de la biomasse sur toute la planète, il n'y a pas vraiment d'endroits adéquats pour en tirer profit pleinement car elle requiert des grands espaces.

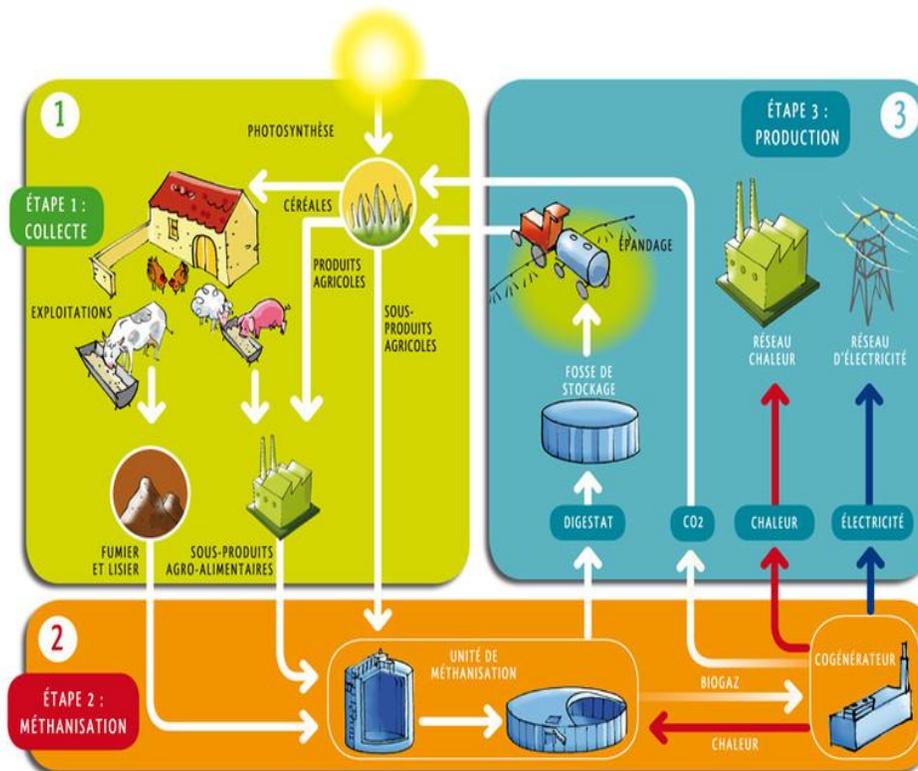


Figure I.4 : Énergie Biomasse

I.2.4 Énergie Géothermie

Cette énergie Utilisant la chaleur du sous-sol, la géothermie peut permettre de chauffer des locaux (avec une température moyenne ou faible), ou de produire de l'électricité par vapeur interposée (avec une température élevée). [2]

A. Avantages

- 👉 Cela existe partout. C'est une source que l'on trouve n'importe où sur Terre, contrairement à celles qui dépendent des gisements. Cependant, il existe des Sites plus favorables que d'autres.
- 👉 Cela ne dépend pas de la météo. Il est indépendant des variations météorologiques. C'est une différence importante avec l'énergie solaire.
- 👉 Utile été comme hiver. Les pompes à chaleur géothermiques sont capables de fournir du chauffage en hiver et du refroidissement en été.
- 👉 C'est viable pour les particuliers. Il peut être mise en place sur la surface habitable des maisons isolées où l'électricité n'arrive pas. Dans ce cas, il le captage horizontal est possible.

B. Inconvénients

- ☞ Coût initial élevé. Il doit être retiré du sous-sol. Pour cette raison, les premières étapes du processus sont longues et coûteuses. Donc, le crédit d'impôt pour le financement peut être très élevé.
- ☞ Dans certaines régions, ce n'est pas rentable. L'énergie géothermique n'est pas viable dans les terrains rocheux et instables en raison de la difficulté de Construire des puits.
- ☞ Émissions toxiques possibles. En cas d'accident ou de fuite, du sulfure d'hydrogène peut être libéré.

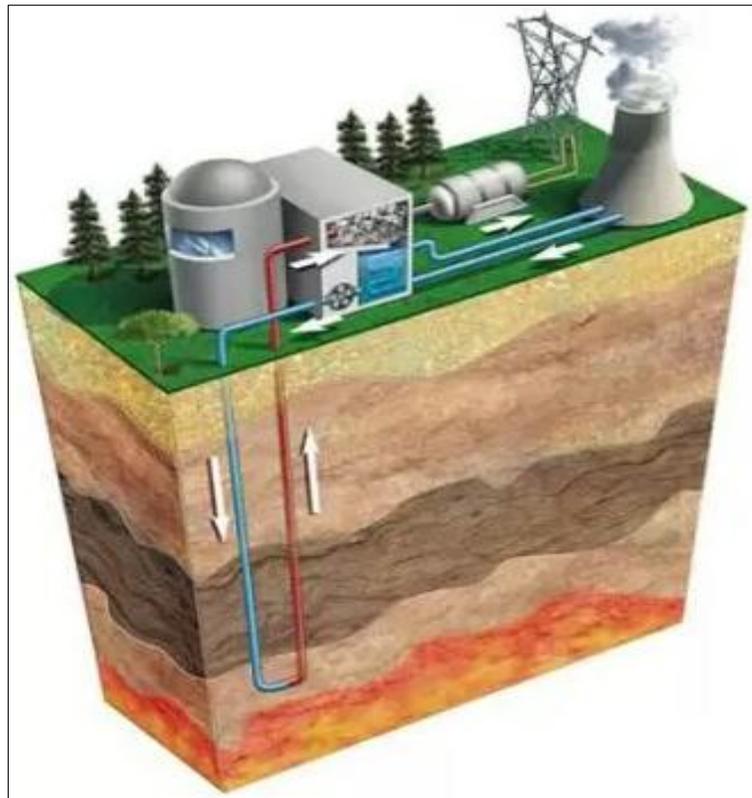


Figure I.5: Énergie Géothermie

I.2.5 Énergie Solaire

c'est l'énergie fournie par les rayons du soleil, plusieurs technologies transforment cette énergie en une forme électrique ou thermique que nous pouvons utiliser directement. C'est le cas des cellules photovoltaïques qui transforment la lumière du soleil directement en énergie électrique, ainsi que des collecteurs solaires qui permettent de chauffer l'eau des maisons par exemple, et les concentrateurs solaires qui utilisent des miroirs pour concentrer les rayons du soleil et générer une chaleur intense, transformant l'eau en vapeur et produisant de l'électricité grâce à certaines machines.[2]

A. Avantages

- 👉 Acceptation du public
- 👉 Adapté aux pays chauds et aux sites isolés
- 👉 L'énergie solaire présente, outre tous les avantages des énergies renouvelables, ses propres avantages, à savoir : énergie maîtrisable et adaptable aux situations de toutes les régions.
- 👉 Frais de maintenance relativement faibles.[3]

B. Inconvénients

- ☞ Coût encore élevé.
- ☞ Puissance assez faible.
- ☞ Disponibilité.[3]

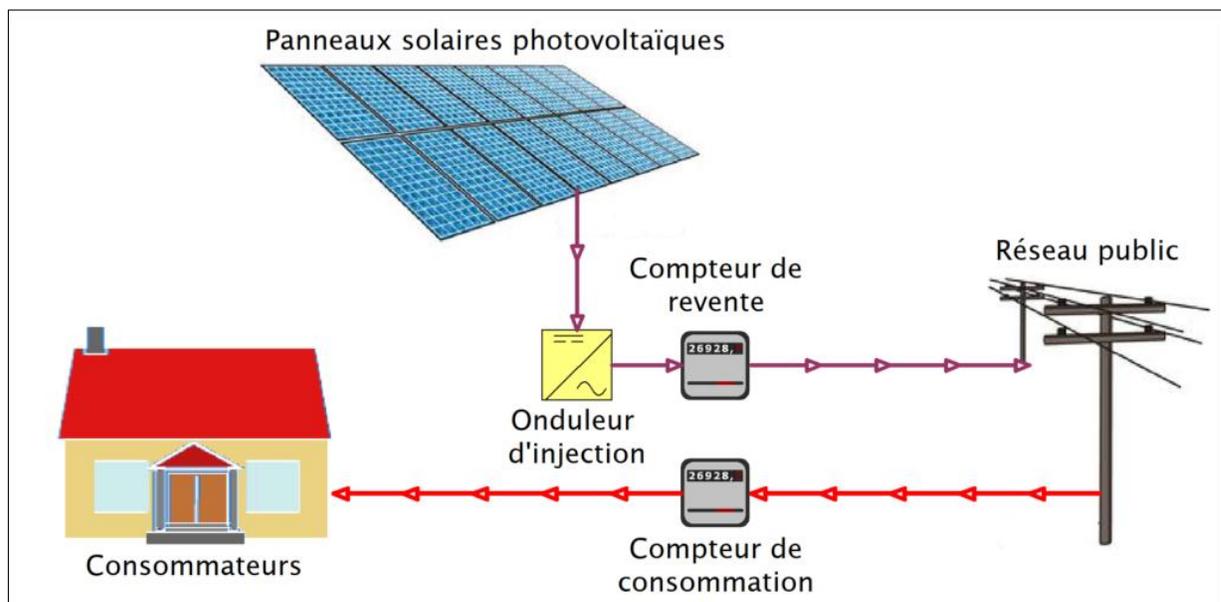


Figure I.6 : Énergie Solaire.

I.3 Les Énergie en Algérie

L'augmentation du coût des énergies classiques d'une part, et la limitation de leurs ressources d'autre part, font que l'énergie renouvelable devient de plus en plus une solution prometteuses avec des avantages comme l'abondance, l'absence de toute pollution et la disponibilité en plus ou moins grandes quantités en tout point du globe terrestre.[7] Actuellement, on assiste à un regain d'intérêt pour les installations utilisant l'énergie solaire, surtout pour les applications sur des sites isolés. [7]

Dans ce propos l'Algérie l'un des pays de fort potentiel des énergies renouvelables, avec une capacité nationale d'électricité qui dépasse les 56.74 TWh avec 0.45 TWh crête seulement

pour les énergies renouvelables (en 2012)[9],spécifiquement l'énergie solaire photovoltaïque, car l'Algérie dispose d'un des gisements solaire les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara), et l'énergie reçue annuellement sur une surface horizontale de 1m² soit près de 3 KWh/m² au nord et dépasse 5,6 KWh/ m² au Grand Sud (TAMENRASSET). [8]

L'Algérie s'engage donc avec une grande volonté sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions sérieuses et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile .[9]

Ainsi, un programme très ambitieux est envisagé pour développer les énergies renouvelables durant la période 2015-2030, il consiste à installer une capacité totale de 22000 MW, et le solaire photovoltaïque sera la principale source de production d'énergie propre caril représenterait 62% de la capacité totale projetée à 2030 .[9]

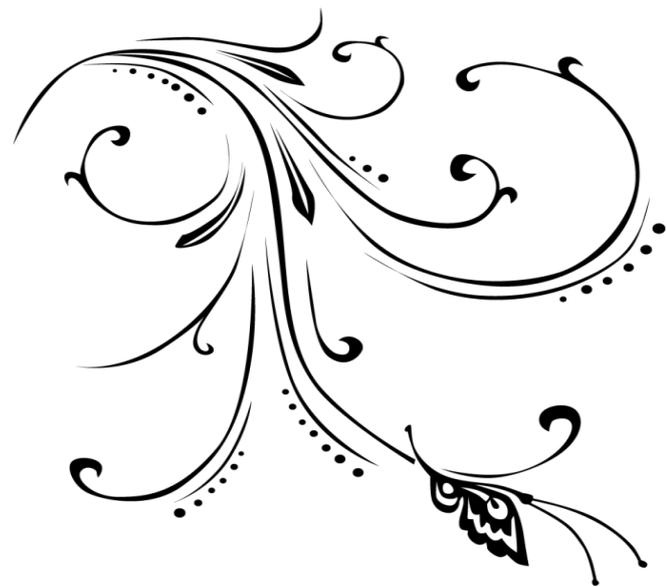
I.4 Conclusion

Les énergies renouvelables se positionnent comme une solution adéquate à l'épuisement des ressources d'énergies fossiles, et qui peut couvrir la demande mondiale de l'énergie électrique tout en préservant notre environnement. Elles sont issues des éléments naturels : le soleil, le vent, les chutes d'eau, les marées, la chaleur de la Terre, la croissance des végétaux... On les qualifie d'énergies "flux", leurs exploitation n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Ce sont les énergies de l'avenir. [10]



Chapitre II

Le system Photovoltaique



II. Introduction

Les systèmes photovoltaïques transforment directement la lumière du soleil en électricité, et ce silencieusement et sans pièce mécanique en mouvement.

Les systèmes photovoltaïques peuvent ainsi alimenter de petits équipements portables (montres, calculatrices, ...), ou être raccordées au réseau électrique, et dans des applications en site isolé certaines structures ou certains habitats sont difficiles d'accès et donc chers pour se connecter au réseau électrique, ce qui est le cas dans les montagnes ou les îles.

Dans de tels cas, il est plus intéressant de choisir un système solaire autonome, dite Stand-Alone System, et pour que cette énergie soit utilisée au maximum, c'est très important de bien dimensionner les composants du système photovoltaïque. Cette installation est constituée des éléments suivants: panneau, régulateur, batterie et onduleur.

II.1 Historique

L'effet photovoltaïque fut observé pour la première fois par Becquerel en 1839 entre des électrodes plongées dans un électrolyte à la lumière. Dans un solide, c'est en 1876 que l'on observa un phénomène photoélectrique dans le sélénium et ce matériau fut utilisé pour la mesure de la lumière avant que le silicium ne soit développé.

- En 1954, les laboratoires Bell présentent la première cellule photovoltaïque qui alimente des appareils électriques domestiques.
- Dès 1958, Vanguard I est le premier satellite alimenté en énergie par des panneaux photovoltaïques.
- Durant les années 1960, l'usage du photovoltaïque pour les satellites se généralise.
- A partir des années 1970, les panneaux photovoltaïques se développent sur des applications terrestres et maritimes.
- Le premier bâtiment alimenté uniquement par l'énergie solaire voit le jour à Albuquerque au Nouveau Mexique en 1974.
- L'industrialisation du photovoltaïque en 2000-2012. [11]

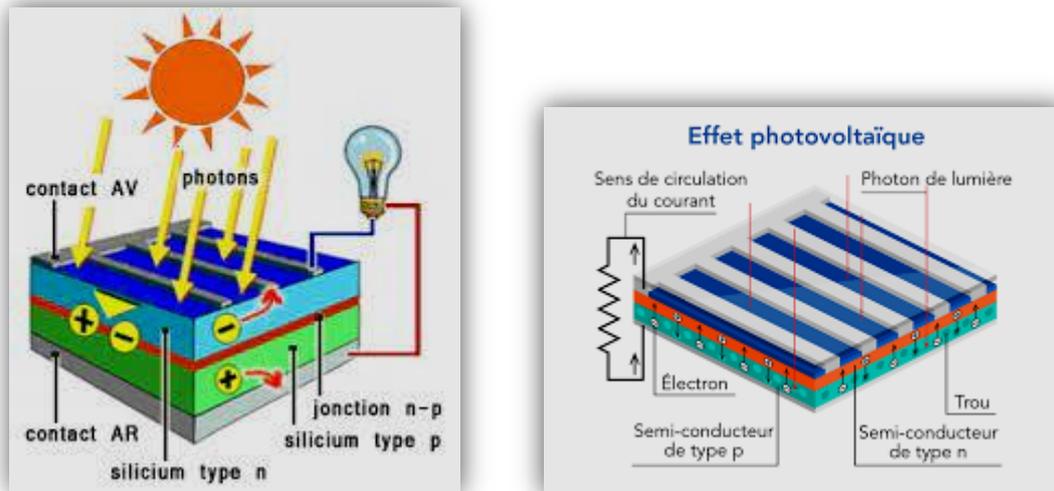


Figure II. 1: Représentation en coupe d'une cellule photovoltaïque.

L'effet photovoltaïque se manifeste quand un photon est absorbé dans un matériau composé de semi-conducteurs dopés p (positif) et n (négatif), dénommé comme jonction p-n (ou n-p).

Sous l'effet de ce dopage, un champ électrique est présent dans le matériau de manière permanente. Quand un photon incident (grain de lumière) interagit avec les électrons du matériau, il cède son énergie $h\nu$ à l'électron qui se retrouve libéré de sa bande de valence et subit donc le champ électrique intrinsèque.

Sous l'effet de ce champ, l'électron migre vers la face supérieure laissant place à un trou qui migre en direction inverse. Des électrodes placées sur les faces supérieure et inférieure permettent de récolter les électrons et de leur faire réaliser un travail électrique pour rejoindre le trou de la face antérieure. [6]

II.2 Composant des systèmes solaires photovoltaïques

II.2.1 Description globale

Les systèmes solaires photovoltaïques fonctionnent comme suit :

La lumière solaire entre par la surface des modules photovoltaïques, où elle est convertie en énergie électrique de courant continu (générateur photovoltaïque). Plus tard, cette énergie est collectée et conduite au système de régulation de charge (régulateur) dont la fonction est d'envoyer cette énergie de manière totale ou partielle au système de cumul (batterie), où elle est stockée avec la précaution de ne pas excéder les limites de surcharge et de décharge profondes.

Cette énergie stockée est utilisée pour le ravitaillement des charges pendant la nuit, en jours de faible ensoleillement ou lorsque le système photovoltaïque est incapable de satisfaire la demande lui-même.

Quand les charges à alimenter sont de courant continu, elles s'alimentent de manière directe. Quand les charges sont de courant alternatif, l'énergie s'envoie à un inverseur de courant où elle est convertie en courant alternatif (onduleur). Ainsi, les éléments d'un système solaire photovoltaïque sont indiqués dans la figure 1 et énoncés ci-dessous :

1. Générateur photovoltaïque
2. Batterie
3. Régulateur
4. Onduleur [12]

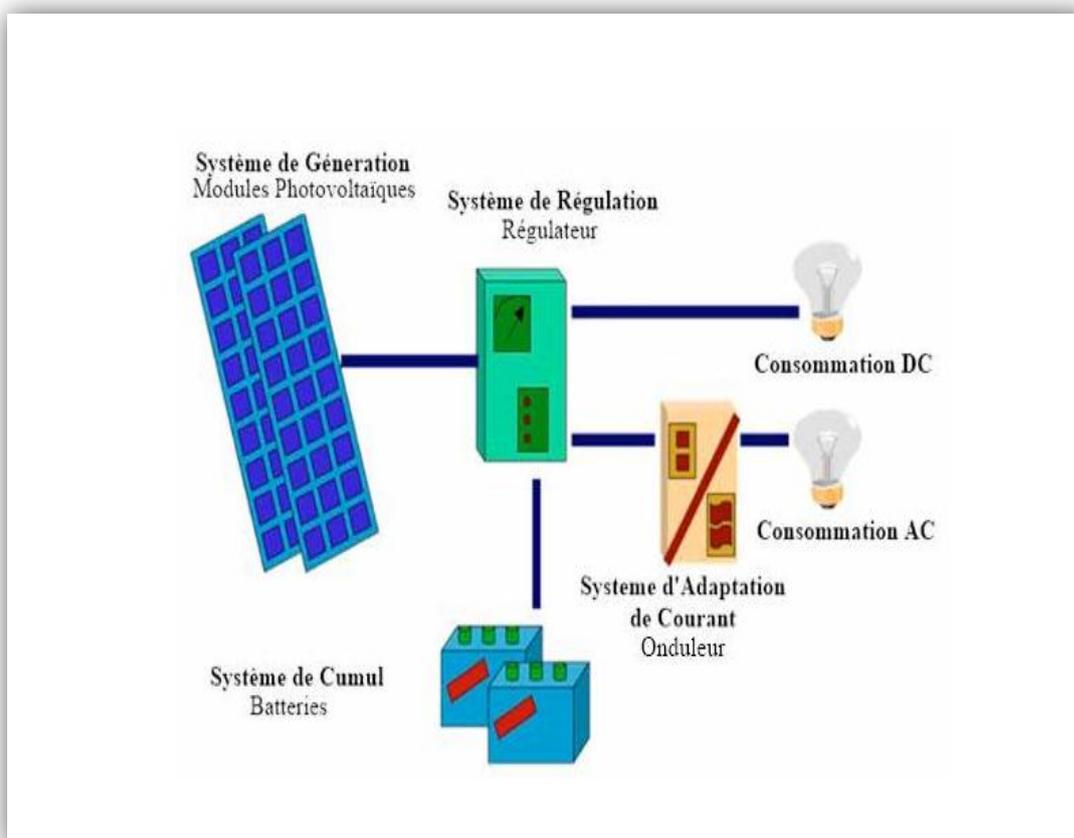


Figure II. 2 : *Éléments d'un système solaire photovoltaïque*

II.2.2 Le Générateur photovoltaïque

Le module photovoltaïque convertit directement la lumière du soleil en courant électrique continu par le biais des cellules solaire.

A -Bases du fonctionnement des panneaux photovoltaïques [14]

Le fonctionnement des panneaux photovoltaïques se base sur l'effet photovoltaïque. Quand l'ensemble photovoltaïque s'expose au rayonnement solaire, les photons contenus dans la lumière transmettent leur énergie aux électrons des matériaux semi-conducteurs. Ces électrons peuvent alors franchir la barrière de potentiel de l'union P-N et sortir du matériau semi-conducteur à travers un circuit extérieur, donnant lieu à un courant électrique.

Le module le plus petit d'un matériau semi-conducteur avec une union P-N (et, par conséquent, avec la capacité de produire de l'électricité) est dénommé cellule photovoltaïque. Ces cellules photovoltaïques se combinent de manières spécifiques pour obtenir la puissance et la tension souhaitées. L'ensemble de cellules situé sur un support approprié et recouvert de matériaux qui le protègent d'une façon efficace contre les agents atmosphériques s'appelle panneau photovoltaïque.

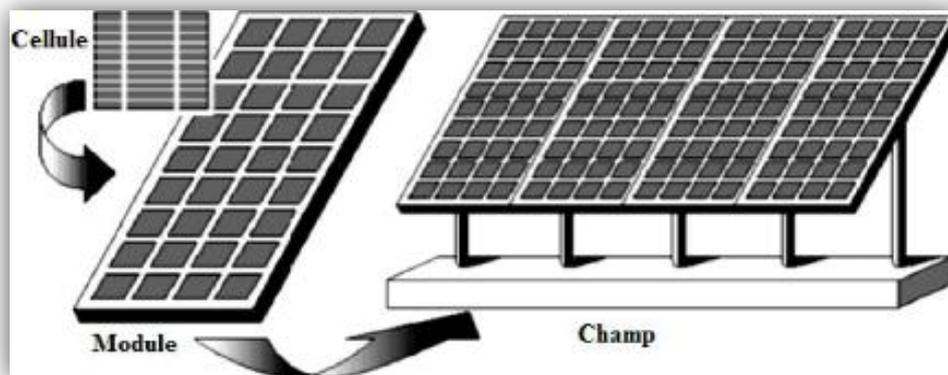


Figure II. 3 : Cellule photovoltaïque et panneau photovoltaïque .

B-Types de panneaux solaires

Sur le marché on peut trouver les types suivants de panneaux solaires [14]:

- **Module au silicium monocristallin** : cellules de couleur bleu nuit, uniforme par un monocristallin avec un meilleur rendement. Le rendement maximal obtenu dans le laboratoire est de 24.7 %, et de 16 % dans les modules commercialisés [14].



Figure II. 4 : *Module au silicium monocristallin.*

- **Module au silicium polycristallin** : cellules de couleur bleu avec des motifs, et formé par plusieurs cristaux avec un rendement meilleur. Ils sont très reconnaissables visuellement parce que leur superficie présente un aspect granulé. Le rendement obtenu avec ces modules est inférieur à celui des modules monocristallins (19.8 % dans le laboratoire et 14 % dans les modules commercialisés), et leur prix est aussi plus bas

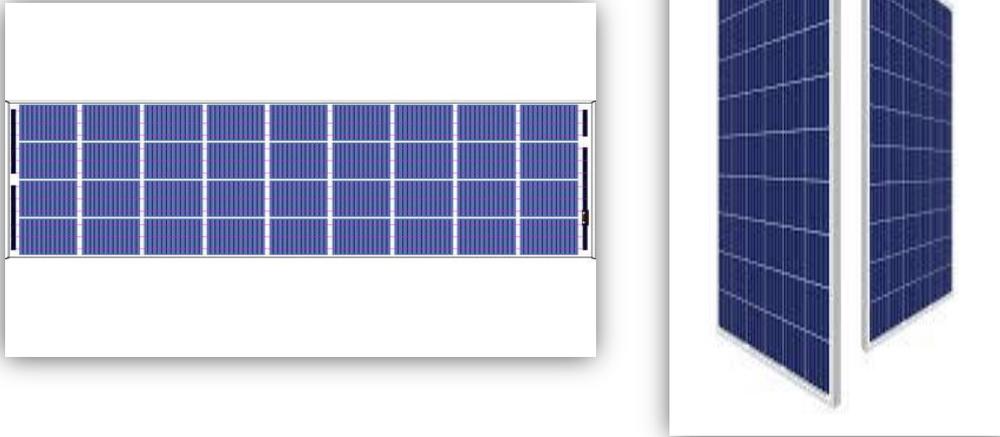


Figure II. 5 : *Module au silicium polycristallin.*

- **Module au silicium amorphe :** ils sont aussi à base de silicium, mais contrairement aux modules précédents, ce matériau n'a pas de structure cristalline. Son rendement maximal obtenu dans le laboratoire est de 13 %, et de 8 % pour les modules commercialisés. Ils sont moins utilisés. (Ils s'appellent aussi modules à couche mince).

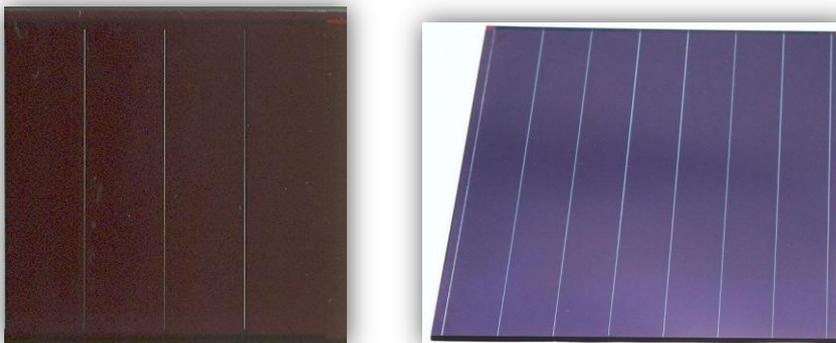


Figure II. 6: *Module au silicium amorphe.*

C- Paramètres électriques d'un module photovoltaïque [12]

Les paramètres les plus importants d'un panneau photovoltaïque sont :

- **Courant de court-circuit (I_{cc})** : C'est l'intensité de courant maximale fournie par le panneau. Il s'agit du courant qui se produit lors de la connexion directe des deux pôles.

I_{cc} est généralement autour de 3 A.

- **Tension de circuit ouvert (U_{cO})** : C'est la tension maximale fournie par le panneau.

Elle se produit quand les pôles se trouvent « en plein air ». U_{cO} est généralement inférieur à 22 V dans les modules qui fonctionnent avec 12 V.

- **Point de puissance maximale** : Il existe un point de fonctionnement (I_{pmax} , V_{pmax}) où la puissance fournie est maximale ($P_{max}=I_{pmax} \times V_{pmax}$). C'est le point de puissance maximale du panneau. Il est indiqué en watts (W). - **Facteur de forme FF** : Il s'agit de la relation entre la puissance maximale fournie par le panneau et le produit $I_{sc} \times V_{oc}$. Il présente une notion sur la qualité du panneau et sa valeur se trouve normalement entre 0,7 et 0,8.

- **Efficacité ou rendement η** : C'est le ratio entre la puissance électrique maximale que le panneau peut transmettre à la charge et la puissance du rayonnement solaire (P_I) frappant le panneau. Il se trouve normalement autour de 10 %.

D- Interconnexion des panneaux photovoltaïques [12]

Tous les panneaux à interconnecter doivent être égaux, c'est-à-dire, ils doivent être de la même marque et avoir les mêmes caractéristiques.

L'interconnexion des panneaux se fait, premièrement, à travers l'association de panneaux en série pour obtenir le niveau de tension souhaité ; et plus tard, à travers l'association en parallèle de plusieurs associations en série pour obtenir le niveau de courant souhaité. La Figure 8 est un exemple de cette connexion.

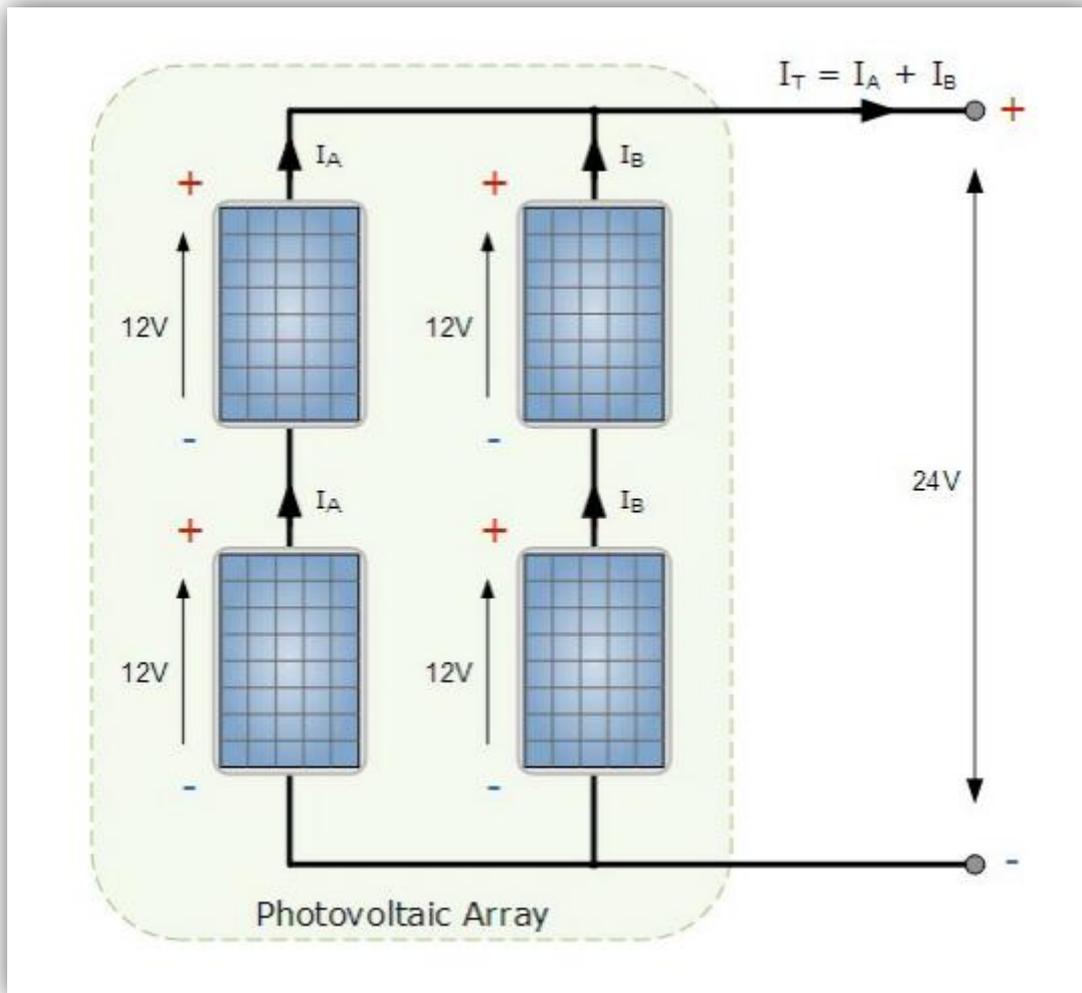


Figure II. 7 : Exemple d'une connexion en série-parallèle.

II.3 La batterie

La batterie a pour fonction le stockage d'une partie de l'énergie produite par les panneaux (c'est-à-dire, la portion d'énergie qui n'est pas immédiatement consommée) afin qu'elle soit disponible dans des périodes où le rayonnement solaire est faible ou inexistant. Le stockage se fait sous la forme d'énergie électrique à travers l'usage de batteries, normalement de plomb-acide.

Une batterie est composée par l'association en série de plusieurs « éléments » ou « cellules », chacun d'eux comprenant deux électrodes de plomb dans une dissolution électrolytique. Entre les deux électrodes, une différence de potentiel de près de deux volts est établie, et la valeur instantanée dépend de l'état de charge de la batterie. Les batteries les plus utilisées pour les applications photovoltaïques sont de 12 ou 24 volts de tension nominale.

La batterie a aussi ces deux importantes fonctions :

- Fournir une puissance instantanée supérieure à celle fournie par l'ensemble des panneaux et nécessaire pour la mise en place de quelques éléments.
- Déterminer la marge des tensions de travail de l'installation.

a- Types de batteries

Les batteries sont de plusieurs types, à savoir [15] :

- Nickel-cadmium
- Plomb-acide
- Batterie d'automobile

Les batteries de Nickel-Cadmium sont les plus recommandées à cause de leur haute fiabilité et résistance, mais leur prix élevé fait pencher la balance en faveur des batteries de plomb acide.

Cependant, il y a quelques pays où ces batteries sont difficiles à trouver ou où leur prix peut être très haut (soient locales ou soient importées), et pour cette raison, les batteries utilisées sont celles offertes par le marché, notamment celles destinées au marché des automobiles. En plus, l'Union Européenne a interdit l'usage des batteries de Nickel-Cadmium à cause de la toxicité du Cadmium.

Pourtant, les batteries d'automobile ne sont pas très recommandées pour les applications photovoltaïques, car elles ont été désignées pour fournir une forte intensité pendant quelques secondes (démarrage), et pas pour fournir des courants bas de manière plus ou moins régulière. Cela réduit sa durée d'utilisation.



Figure II. 8 : *Types des Batteries.*

b- Fonctionnement de la batterie

La batterie répète de façon cyclique un processus d'accumulation d'énergie (charge) et fourniture d'énergie (décharge) en fonction de la présence ou de l'absence du soleil. Dans ce fonctionnement normal de la batterie on peut trouver deux pôles :

- **Surcharge** : La batterie atteint sa pleine capacité de charge. Si elle continue à recevoir de l'énergie, l'eau de la dissolution commence à se décomposer, en produisant de l'oxygène et de l'hydrogène (processus de gazéification).
- **Surdécharge** : Il existe aussi une limite pour le processus de décharge, après lequel la batterie se détériore notamment.

C'est le régulateur qui doit prévenir l'entrée d'énergie au-dessus de la surcharge permise et aussi la consommation de plus d'énergie que celle prévue par la surdécharge.

c- Paramètres de la batterie

- **Tension nominale** : Elle est normalement de 12 volts.
- **Capacité nominale** : Elle est la quantité maximale d'énergie qui peut être retirée de la batterie. Elle s'indique en ampères heure (Ah) ou en wattheures (Wh). Puisque la quantité d'énergie qui peut être retirée dépend aussi du temps nécessaire pour le processus d'extraction (plus le processus est long, plus d'énergie on pourra obtenir), la capacité est souvent indiquée en fonction du temps de décharge. Dans le cas des applications photovoltaïques, ce temps doit être égal ou supérieur à 100 heures.

- **Profondeur maximale de décharge** : Elle est la valeur (indiquée en pourcentage) extraite d'une batterie totalement chargée dans une décharge. La profondeur est limitée par les régulateurs, qui sont habituellement calibrés pour qu'ils puissent permettre des profondeurs de décharge de la batterie d'environ 70 %. En fonction de la profondeur maximale de décharge permise, la batterie peut avoir plus ou moins de cycles de charge et décharge pendant toute sa durée d'utilisation. Le fabricant doit fournir des graphs où la relation entre la quantité de cycles et la durée de la batterie puisse être vue.

- **Capacité utile ou disponible** : Elle est la capacité qui peut être véritablement utilisée.

Elle est égale au produit de la capacité nominale et de la profondeur maximale de décharge celle-ci divisée par un.

d- Effets de la température dans le comportement d'une batterie :

- Si la température est basse, la durée d'utilisation s'accroît mais il existe un risque de gel.

- La capacité nominale d'une batterie (que le fabricant fournit pour 25°C) s'accroît avec la température au rythme de 1%/°C approximativement.

La Table 1 montre un exemple du facteur de correction qui doit être appliqué à la capacité en fonction de la température.

Tableau II. 1 : Facteur de correction de la capacité en fonction de la température

TEMPERATURE	-10°C	0°C	10°C	20°C	25°C	30°C
FACTEUR DE CORRECTION	0.72	0.83	0.91	0.98	1.00	1.05

e- Connexions des batteries (en série/en parallèle/mixte)

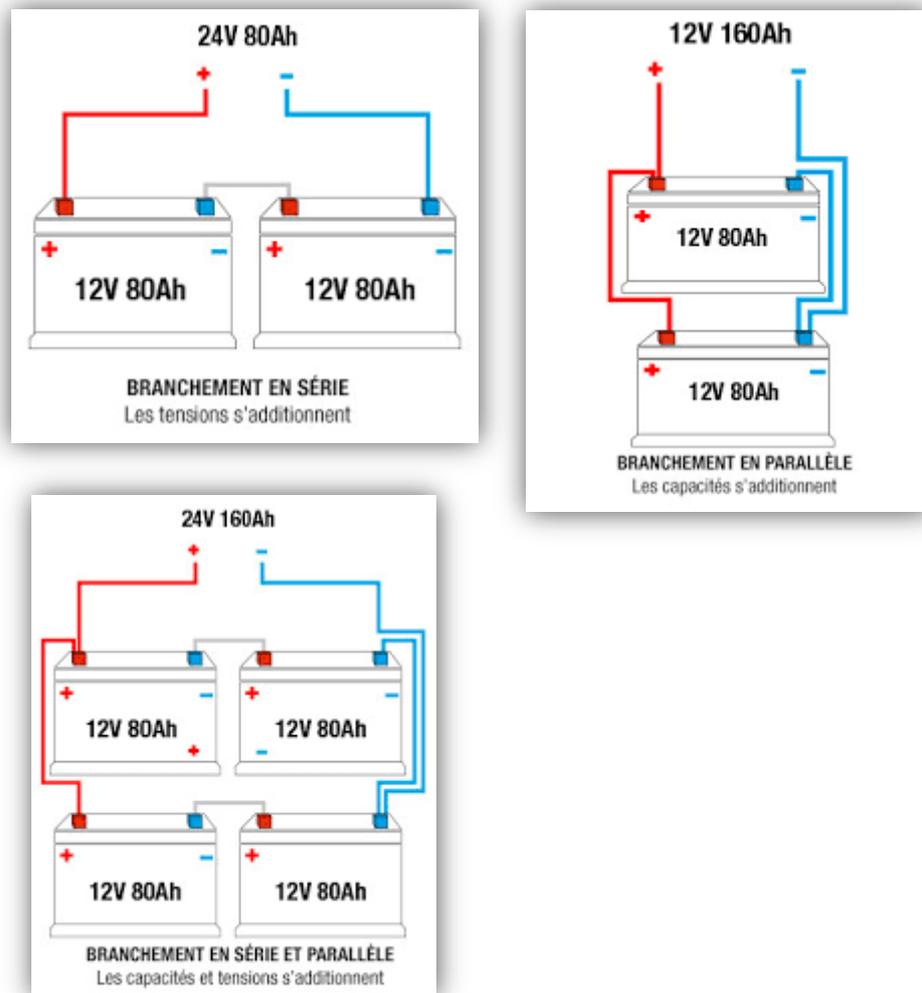


Figure II. 9 : Types de connexion des batteries.

II.4 Le régulateur de charge

Il implique une vigilance continue pour éviter les surcharges et les décharges profondes que la batterie peut produire.

Fonction : Protection de la batterie contre les situations extrêmes afin de ne pas l'endommager.

Fonctionnement : Prendre de l'information sur l'état de charge du système et la comparer avec les valeurs maximales et minimales admissibles pour que la batterie n'endure pas de surcharges ou de décharges extrêmes .[12]

a- Différents types de régulateur

- **Régulateur parallèle** : Il régularise la surcharge. Il est indiqué pour des petites installations solaires photovoltaïques.
- **Régulateur série** : Il régularise la surcharge et la décharge. Son interrupteur peut être électromécanique ou statique. Il peut incorporer des autres fonctions (alarme, interruption nocturne, etc.).

Les régulateurs utilisés sont de type série : ils déconnectent l'ensemble de panneaux de la batterie pour éviter la surcharge ; et les équipements de consommation pour éviter la surdécharge. Cette déconnexion se fait à travers interrupteurs qui peuvent être des dispositifs électromécaniques (des relais, des contacteurs, etc.) ou des dispositifs d'état solide (un transistor bipolaire, etc.).

Afin de protéger la batterie de la surcharge, l'interrupteur s'ouvre quand la tension de la batterie atteint sa tension d'arrêt de la charge, et se ferme de nouveau quand la batterie retourne à la tension de réinitialisation de charge. La tension d'arrêt de la charge est environ 2,45V par chaque élément de la batterie à 25°C [15].

En ce qui concerne la surdécharge, l'interrupteur s'ouvre quand la tension de la batterie est inférieure à la tension d'arrêt de la décharge, et se ferme quand la batterie retourne à la tension de réinitialisation de décharge. La tension d'arrêt de la décharge est environ 1,95V par chaque élément [15].

b- Paramètres qui définissent un régulateur

- **Tension de travail** : 12, 24 ou 48 V
- **Intensité maximale** : Elle doit être supérieure au courant maximal du générateur photovoltaïque .

Le fabricant fournit aussi des autres données d'intérêt :

- Les valeurs de la tension d'arrêt de la charge (surcharge) et de la tension d'arrêt de la décharge (surdécharge).
- L'existence de compensation avec la température. Les tensions qui indiquent l'état de charge de la batterie changent avec la température, et c'est pour cette raison que quelques régulateurs mesurent la température et utilisent cette information pour corriger les tensions de surcharge.
- L'instrumentation de mesure et ses indicateurs : les régulateurs ont souvent un voltmètre qui mesure la tension de la batterie et un ampèremètre qui mesure le courant. La plupart d'eux ont des indicateurs qui notifient certaines situations comme : le bas état de charge de la batterie, déconnexion des panneaux avec la batterie, etc.[12]

II.5 Les Convertisseurs

Les convertisseurs sont des équipements qui transforment la tension continue fournie par les modules en une tension différente, soit continue d'une autre magnitude (onduleurs DC/DC) ou soit alternative (onduleurs DC/AC, qui sont les plus communs) .[12]

a- Convertisseurs DC/AC

Les systèmes solaires produisent de l'énergie électrique en courant continu mais beaucoup d'électrodomestiques et de récepteurs fonctionnent avec le courant alternatif.

Dans les installations solaires photovoltaïques connectées au réseau électrique, l'onduleur doit non seulement transformer le courant continu du générateur photovoltaïque en courant continu du générateur photovoltaïque en courant alternatif, mais aussi réaliser des autres fonctions.

Ses fonctions principales : (i) inversion de modulation de l'onde alternative ; (ii) régulation de la valeur efficace de la tension de sortie.

Les onduleurs peuvent être en monophasé ou en triphasé, avec des valeurs différentes pour la tension d'entrée et avec une puissance qui peut aller jusqu'à des mégawatts.[12]

b- Types Convertisseurs

- Onduleur à onde carrée : Pour les utilisations de base comme les TV et l'éclairage, et en général pour les charges résistives. Ils sont moins chers.

- Onduleur à onde sinusoïdale : Pour tout type d'application, en particulier pour les moteurs.

Ils sont plus chers.



Figure II. 10 : les différents types de l'onduleur .

Caractéristiques de fonctionnement les plus importants:

- Tension et courant d'entrée/sortie .
 - Forme de l'onde .
 - Limites de la tension d'entrée .
 - Basse de consommation et haut rendement .
 - Puissance de sortie.
 - Capacité de surcharge (important quand il a accès au moteur) .
 - Facilité de réparation et la maintenance .
 - Fonctionnement dans les points de puissance maximale.
 - Conditions ambiantes (température de fonctionnement).
- de l'onduleur à 70 % de sa valeur nominal.

c- Convertisseurs DC/DC

Le hacheur est un convertisseur continue/continue permettant de convertir une énergie continue à un niveau donné de tension (ou de courant) en une énergie continue à un autre niveau de tension (ou de courant). Son utilisation s'avère nécessaire pour stocker l'énergie photovoltaïque dans des batteries, ou pour alimenter une charge continue [16].

II.6 Différentes types d'installation photovoltaïque

a- Système autonome

C'est un système photovoltaïque complètement indépendant d'autre source d'énergie, qui alimente l'utilisateur en électricité sans être connecté au réseau électrique. Dans la majorité des cas, un système autonome exigera des batteries pour stocker l'énergie.

Ils servent habituellement à alimenter les maisons en site isolé, sur des îles, en montagne ainsi qu'à des applications comme la surveillance à distance et le pompage de l'eau.

Comme l'indique la figure représentant un exemple de système PV autonome, la présence d'éléments de stockage est obligatoire pour assurer la fourniture à l'utilisateur continuellement et même en cas d'absence potentielle de la production d'électricité. [16]

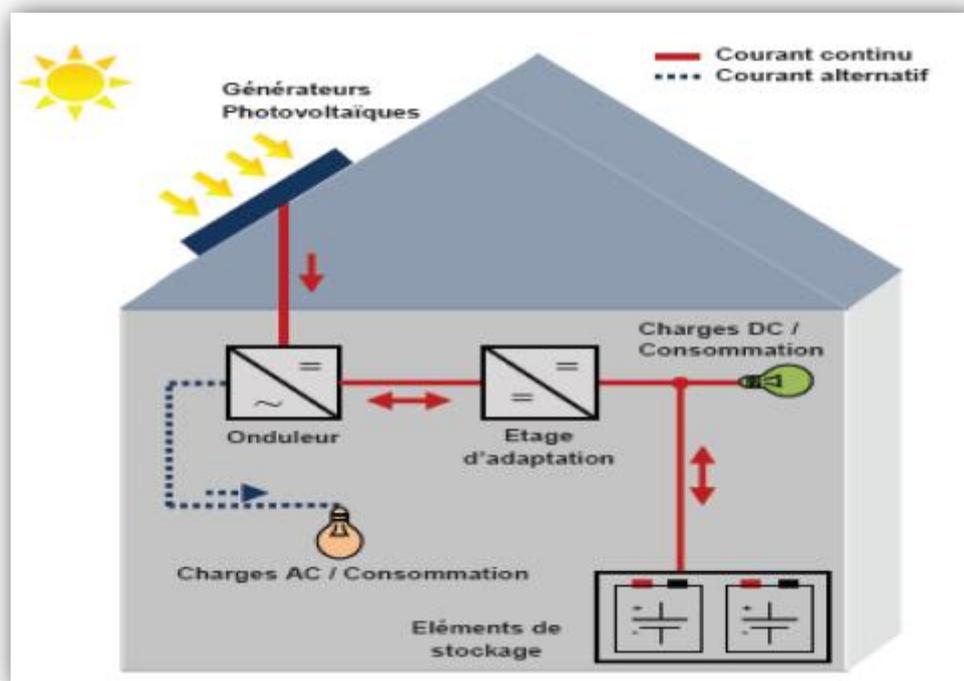


Figure II. 11 : système PV autonome .

b- Système raccordée au réseau

Le champ photovoltaïque est couplé directement au réseau électrique à l'aide d'un convertisseur continu/alternatif (DC/AC). Etant donné que l'énergie est normalement emmagasinée dans le réseau même, les accumulateurs ne sont pas nécessaires à moins que vous ne vouliez une forme autonome d'énergie pendant les pannes d'électricité. L'énergie produite est consommée sur place le surplus étant injecté dans le réseau, qui alimente les maisons de nuit ou pendant les jours sans soleil [16].

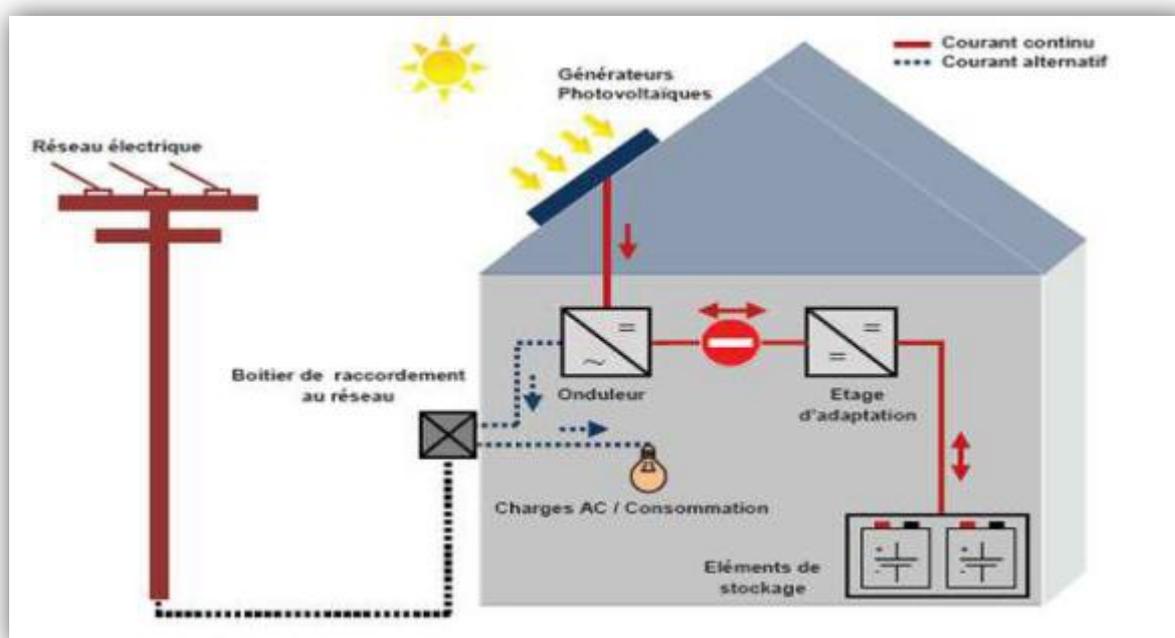


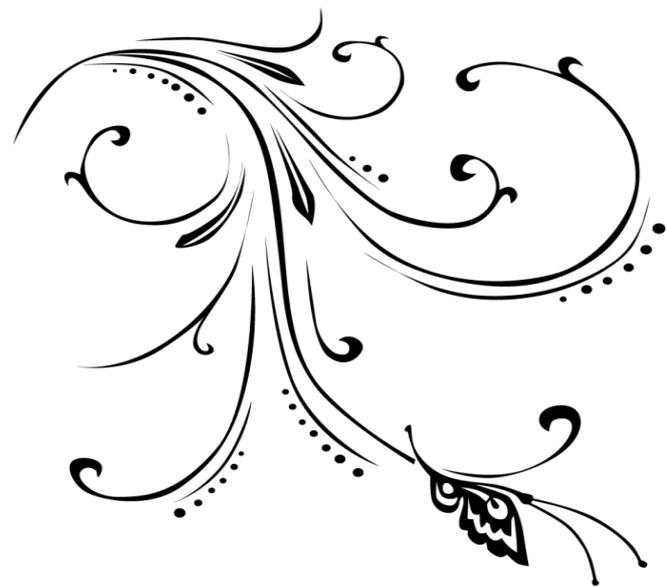
Figure II. 12 : système PV raccordée au réseau.

Conclusion

Le soleil est une source puissante qui peut aider notre planète en nous fournissant une énergie propre et réutilisable pour alimenter notre monde. L'utilisation de cette énergie est gratuite, ne crée pas de pollution et, si elle est utilisée à bon escient, peut nous aider à devenir moins dépendants d'autres formes d'énergie plus coûteuses et plus dommageables.



Chapitre III
Dimensionnement d'une
Installation Photovoltaïque



III. Introduction

Pour assurer le développement durable, faire reculer la pauvreté tout en laissant en héritage aux générations futures un environnement viable, il est indispensable de faire la promotion des énergies renouvelables. [17]

L'aube de temps, l'humanité a vécu au rythme de la lune et du soleil. Certaines civilisations les ont défiés. A la base du développement des premières sociétés humaines structurées, on trouve des techniques liées aux sources naturelles d'énergies dont le soleil est le moteur. Il est donc important de réfléchir à la conception des systèmes utilisant cette ressource qui est gratuitement disponible et en quantité inépuisable. [17]

À faire des recherches sur le thème : « étude a l'implantation des énergies renouvelables dans les mines ».

Dans notre travail, nous proposons l'étude et le dimensionnement d'une mini-centrale pour alimenter le concasseur

III.1 Objectif du travail

Le but de ce travail est de produire de l'énergie électrique de manière autonome à la mine BOUKHADRA à partir de l'énergie solaire en utilisant des systèmes photovoltaïques. Il s'agira donc de contribuer à la protection de l'environnement et augmenter l'accès aux services électrique de mine BOUKHADRA

III.2 Présentation de la mine

C'est une mine très importante en matière de production du minerai de fer, l'immensité de ses réserves, les moyens technologiques mis en place pour assurer son extraction.

Certaines parties du gisement de fer de Boukhadra sont exploitées à ciel ouvert et d'autres en mode souterrain. [18]

A- Situation géographique

La mine de fer de Boukhadra est un complexe minier situé à l'Est de l'Algérie dans la ville de Boukhadra ; à environ 200 km au Sud-Est de la ville côtière d'Annaba, à 45 km au nord-Est de Tébessa et à 18 km de la frontière Algéro-tunisienne.

La ville de Boukhadra est reliée à Annaba par une voie ferrée à travers laquelle le minerai de fer exploité est acheminé vers le complexe sidérurgique d'El-Hadjar.

On peut y accéder également grâce au réseau routier national RN16 et ...

C'est l'une des plus grandes mines de l'Algérie, elle se trouve dans le Djebel Boukhadra constitué d'un massif isolé qui s'élève au-dessus de la vallée de Morsott de 700 à 800m d'altitude. Avec un point culminant de 1463m. Le gisement est entre les méridiens 8°-01' et 8°-04' Est et les parallèles 35°-40' et 35°-50' Nord. [18]

B- Le concasseur giratoire

C'est un concasseur giratoire dans la mine de boukhadra d'une capacité de 300 t/h dont les caractéristiques sont les suivantes : [18]

Tableaux III.1 *Caractéristiques du concasseur Mac Cully*

Marque de concasseur	<i>Giratoire MAC CULLY</i>
Type de concasseur	PM 13519/36
Puissance	125 KW
Année de mise en exploitation	1931
Source d'énergie	Électrique
Granulométrie	250 à 300 mm
Grosseur max des morceaux	1000 mm
Productivité du concasseur	300 T/h

Tableaux III.2 Consommation énergétique d'un concasseur

Appareils	Nombre d'appareils	Puissance en (W)	heur d'utilisation (h)	Energie consommé (Wh/j)
moteur asynchrone du concasseur	1	125000	12	1500000
lampe	10	250	8	20000
lampe de concasseur	1	100	8	800
Totale	//////	143350	28	1520800

III.4 Dimensionnement du générateur photovoltaïque

Calcul de l'énergie produite pour l'alimentation électrique :

$$\text{L'énergie produite journalière} \quad E_j = \sum (p \times h) \quad , \text{Wh/j} \quad (\text{III.1})$$

Avec:

E_j : Consommation journalière, Wh/j .

P : puissance de l'appareil.

h : heures d'utilisation.

D'après le tableau III.2 :

$$E_j = 1520800 \text{ Wh/j}$$

a- Puissance crête de l'installation :

Les modules vont produire de l'électricité qui sera stockée dans les batteries pendant toute la durée de la charge. Cette énergie, sera consommée durant la décharge. On vient de calculer la quantité d'énergie que les modules doivent produire chaque jour.

La puissance crête à installer, est le rapport de la consommation journalière sur le coefficient d'ensoleillement.

$$P_c = \frac{E_j}{k \times I_r, \text{moy}} \quad , \text{w}_c \quad (\text{III.2})$$

Avec :

P_c : Puissance Crête.

E_j : Consommation journalière.

$I_{r,moy}$: Irradiation journalière. (Voire l'ANNEXE I.)

K : Coefficient correcteur ou le rendement du système photovoltaïque $K \in [0,55 ; 0,75]$ on prend comme valeur de $K=0.65$

On évalue comme suite :

$$P_c = \frac{1520800}{5.064 \times 0.65} = 462024,5473 \text{ Wc}$$

$$P_c = 462024,5473 \text{ Wc} = 462,0245473 \text{ kWc}$$

D'après la puissance crête, en se référant au tableau (III.3) on détermine la tension de l'installation, il vient que :

Tableaux III.3 la tension de l'installation [19]

P_c	0 – 500 Wc	500 Wc – 2kWc	De 2001Wc à 10000Wc	$\geq 10 \text{ kWc}$
Tension Recommandée	12v	24v	48v	96v

Donc la tension de fonctionnement de notre système est de 96v.

b- Caractéristiques du panneau solaire à utiliser pour l'installation

Les panneaux photovoltaïques choisis sont de type poly cristallin, par ce que :

Le panneau photovoltaïque polycristallin a l'avantage de rester relativement propre et esthétique. Il est très rare de voir des poussières et des salissures s'accumuler sur la surface.

Leur fabrication n'utilise pas autant de silicium pur que pour le modèle monocristallin l'achat également que les panneaux poly cristallins sont également plus accessibles que les autres modèles avec son coût réduit.

Leurs caractéristiques sont consignées :

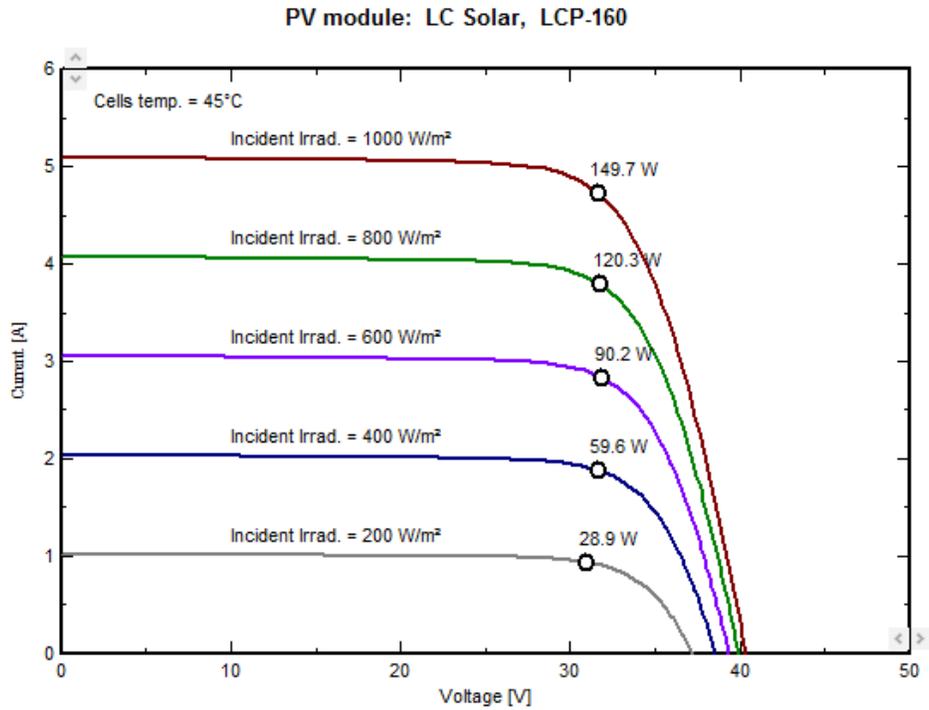


Figure III.1 : Courbe I(V) Irradiation

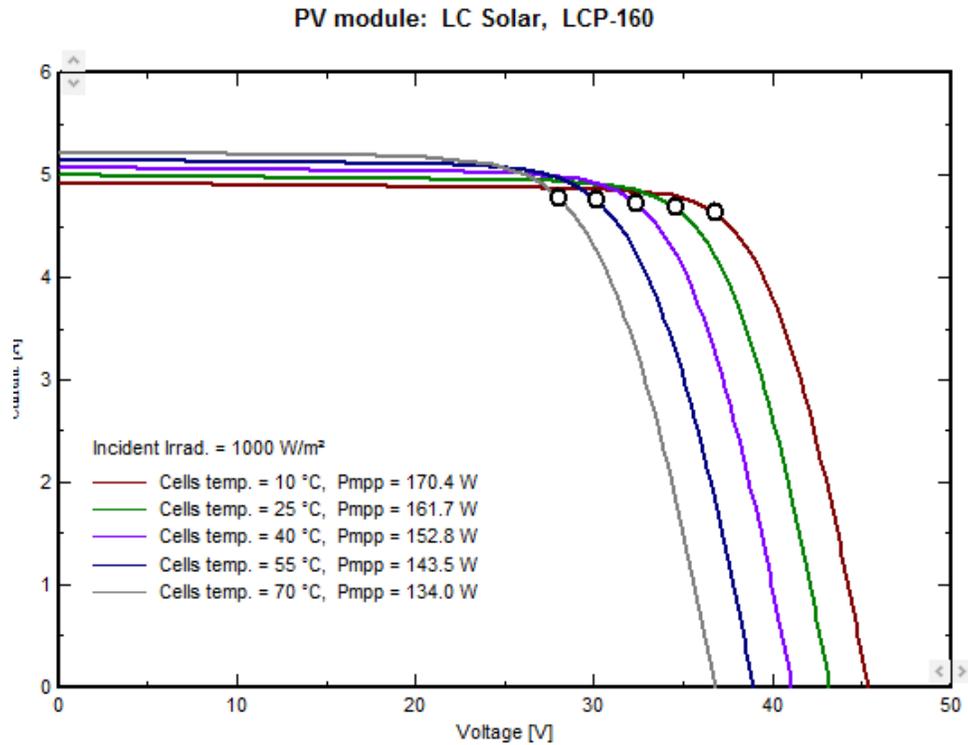


Figure III.2 : Courbe I(V)

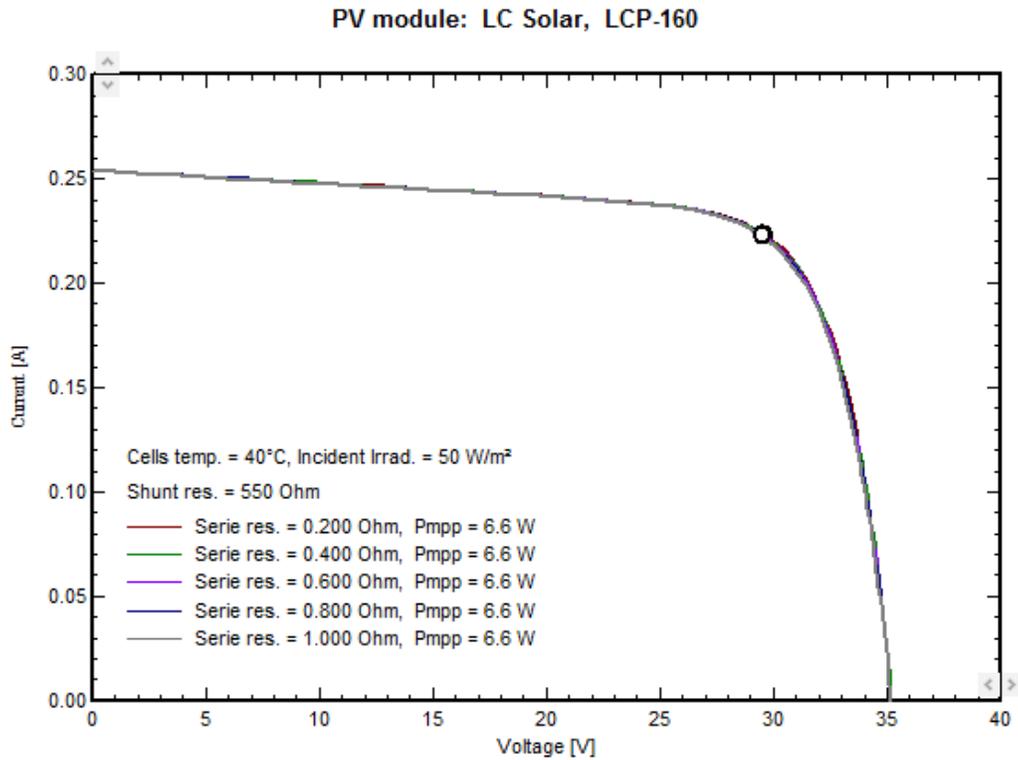


Figure III.3 : *Courbe I(V) résistance*

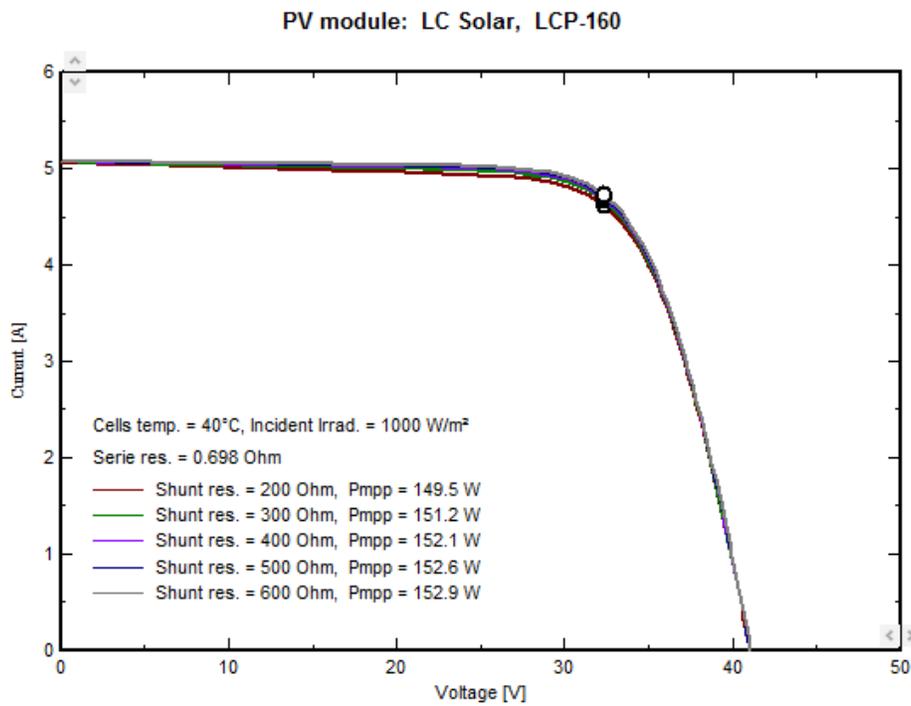


Figure III.4 : *Courbe I(V) résistance shunt*

Model	LCP-160		Manufacturer	LC Solar	
File name	LCSolar_LCP160.PAN		Data source	Photon Mag. 2005	
	Original PVsyst database			Prod. from 2004 to 2009	

Nom. Power (at STC)	<input type="text" value="160.0"/> Wp	Tol. -/+	<input type="text" value="-3.5"/>	<input type="text" value="3.5"/>	%
Technology	<input type="text" value="Si-poly"/>				

The nominal power doesn't match the $V_{mpp} \cdot I_{mpp}$ data (discrepancy of 1.05%%). This will distort the Performance Ratio result (PVsyst usually accepts up to 0.2%%)

Manufacturer specifications or other measurements					
Reference conditions	GRef	<input type="text" value="1000"/>	W/m ²	TRef	<input type="text" value="25"/> °C
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="5.000"/>	A	Open circuit Voc	<input type="text" value="43.20"/> V
Max Power Point	I _{mpp}	<input type="text" value="4.700"/>	A	V _{mpp}	<input type="text" value="34.40"/> V
Temperature coefficient	muIsc	<input type="text" value="5.0"/>	mA/°C	Nb cells	<input type="text" value="72"/> in series
	or muIsc	<input type="text" value="0.100"/>	%/°C		

Model summary	
Main parameters	
R shunt	550 Ω
Rsh(G=0)	2000 Ω
R serie model	0.70 Ω
R serie max.	0.86 Ω
R serie apparent	1.07 Ω
Model parameters	
Gamma	0.985
IoRef	0.25 nA
muVoc	-142 mV/°C

Internal model result tool					
Operating conditions	GOper	<input type="text" value="1000"/>	W/m ²	TOper	<input type="text" value="25"/> °C
Max Power Point	P _{mpp}	<input type="text" value="161.7"/>	W	Temper. coeff.	<input type="text" value="-0.36"/> %/°C
	Current I _{mpp}	<input type="text" value="4.68"/>	A	Voltage V _{mpp}	<input type="text" value="34.6"/> V
Short-circuit current	Isc	<input type="text" value="5.00"/>	A	Open circuit Voc	<input type="text" value="43.2"/> V
Efficiency	/ Cells area	<input type="text" value="N/A"/>	%	/ Module area	<input type="text" value="12.67"/> %

Figure III.5 : caractéristiques de panneau LC

Nombre de panneaux utiliser pour l'installation

$$N_m = \frac{P_c}{\text{puissance crete untaire panneau}} \quad (III.3)$$

Avec :

- N_m : le nombre des panneaux photovoltaïque
- P_c (système) : la puissance crête du système

Ce qui donne :

$$N_m = \frac{462024,547}{160} = 2887,65342 \approx 2888 \text{panneaux}$$

Donc on utilise 2888 panneaux de 160 W_c.

Le nombre de modules connectés en série :

$$N_s = \frac{V_{ch}}{V_n}$$

Ce qui donne:

$$N_s = \frac{96}{29} = 4$$

Donc on utilise 4 panneaux de 160W_c connectés en séries.

Le nombre de modules connectés en parallèles :

$$N_p = \frac{Nm}{N_s}$$

Ce qui donne:

$$N_p = \frac{2888}{4} = 722 \text{ panneaux}$$

Donc on utilise 722 panneaux de 160 W_c connectés en parallèles

Calcul de la surface occupée par les panneaux :

La surface totale des panneaux photovoltaïques est donnée par l'équation suivante :

$$S_T = S_u \times N, m^2 \quad (\text{III.4})$$

Avec :

S_u : La surface unitaire des panneaux.

N : Les nombres des panneaux

On donne

$$S_T = S_u \times N, m^2$$

$$S_T = 2880.83 m^2$$

$$S_T = [1480 * 10^{(-3)} * 674 * 10^{(-3)}] * 2888 = 2880.83$$

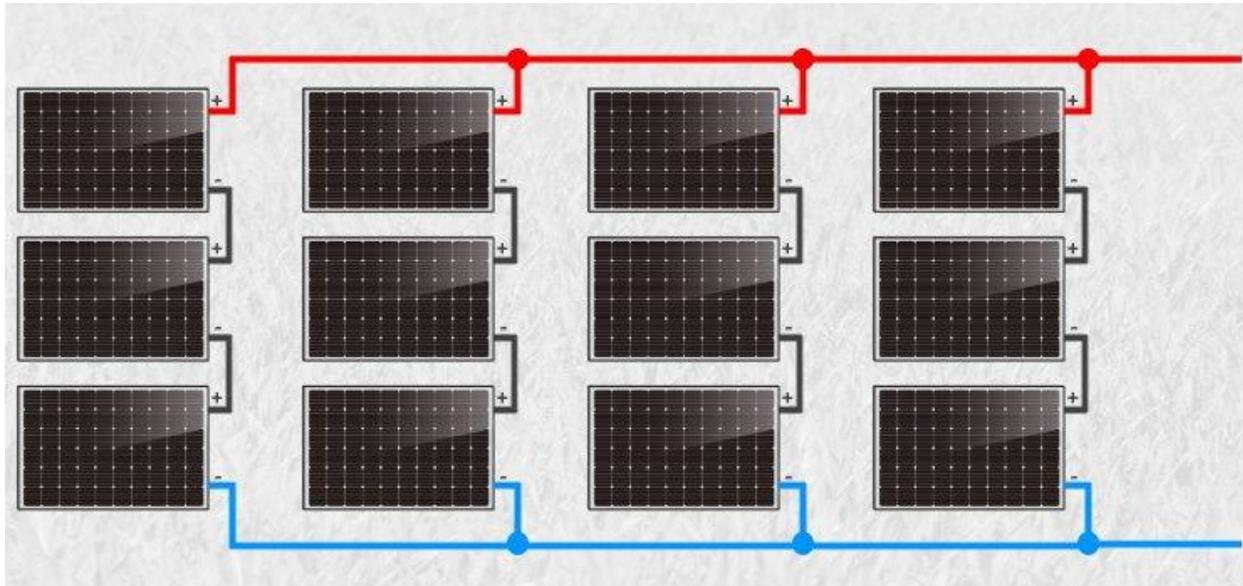


Figure III.6 : montage hybride.

III.5 Dimensionnement des Batteries

Pour dimensionner les batteries de stockage, il ne reste plus qu'à se poser trois questions : quelle est la quantité d'énergie à stocker, quelle doit être l'autonomie de mon installation, et quelle est la profondeur de décharge maximum que je veux imposer à mes batteries ? [20]

- **Autonomie** : L'autonomie d'une installation est le nombre de jours pendant lesquels les batteries initialement chargées peuvent assurer les besoins en électricité sans que les modules ne fonctionnent. Autrement dit, les batteries stockent de l'énergie lorsque les modules sont éclairés. Lorsqu'ils ne produisent plus (nuit, panne, mauvais temps ...), les batteries peuvent continuer de restituer cette électricité pendant quelques jours. Il faut donc se demander combien de temps on souhaite avoir de l'électricité en cas de problèmes. En général, on peut partir sur une base de quatre jours d'autonomie. Bien entendu, cela dépend fortement de l'usage qu'on a de l'installation et des conditions météorologiques. [20]
- **Profondeur de décharge** : Pour déterminer la profondeur de décharge que l'on veut imposer à la batterie, il faut arbitrer entre deux facteurs :
 - Tout d'abord, plus on permet aux batteries de se décharger profondément, plus on réduit le nombre de batteries nécessaires. En effet, une batterie que l'on décharge à 100% fournit autant d'énergie que deux batteries identiques que l'on décharge à 50%. On économise donc sur le coût initial de l'installation.
 - Cependant, la durée de vie d'une batterie est directement proportionnelle à sa profondeur de décharge. Ainsi, une batterie que l'on décharge à 100% vivra deux fois moins longtemps qu'une batterie que l'on décharge à 50%.

- Le juste milieu que l'on choisit généralement d'appliquer se situe donc entre 60 et 80% de décharge, ce qui permet de réduire le nombre de batteries tout en leur assurant une bonne espérance de vie. [20]

Capacité totale pour l'installation

$$C = \frac{Ej \times N}{D \times U} \quad (\text{III.5})$$

C : capacité de stockage dans les batteries (Ah).

Ej: L'énergie consommée par jour (Wh/j).

D : décharge maximale des batteries (0.8 pour les batteries au plomb) on peut l'appeler aussi PDD (profondeur de décharge).

U : La tension du système.

No : Le nombre des jours d'autonomie ; On prend N=4 jour.

On donne :

$$C = \frac{Ej \times No}{D \times U}$$

$$C = \frac{1520800 \times 4}{0.8 \times 96} = 79208.33 \text{ Ah}$$

C= 79208.33 Ah

On choisit une batterie solaire de (12V/ 239Ah)

Le nombre des batteries :

$$N_{bat} = \frac{U \times C}{U_{bat} \times C_{bat}} \quad (\text{III.6})$$

N_{bat} : Le nombre des batteries

U : La tension du système (96V)

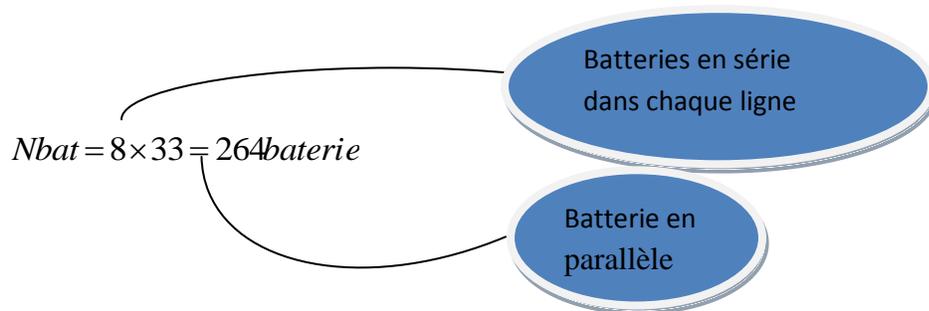
U_{bat} : La tension de la batterie (12V)

C : La capacité de stockage du système

C_{bat} : La capacité d'une batterie (239Ah)

On donne

$$N_{bat} = \frac{96 \times 79208.33}{12 \times 239} \approx 264 \text{ Batteries}$$



III.6 Dimensionnement de convertisseur et du régulateur

a- Le choix de convertisseur

Un convertisseur d'énergie est un équipement que l'on dispose généralement soit entre le champ PV et la charge (sans stockage avec charge en continu, il portera le nom de convertisseur continu-continu), soit entre la batterie et la charge (il sera alors appelé onduleur ou convertisseur continu-alternatif). L'onduleur est généralement associé à un redresseur qui réalise la transformation du courant alternatif en courant continu et dont le rôle sera de charger les batteries et d'alimenter le circuit en continu de l'installation en cas de longue période sans soleil. [21]

Il existe deux types des convertisseurs :

- **Le convertisseur continu – continu**

Ce type de convertisseur est destiné à adapter à chaque instant l'impédance apparente de la charge à l'impédance du champ PV correspondant au point de puissance maximale. Ce système d'adaptation est couramment appelé MPPT (maximum power point tracking). Son rendement se situe entre 90 et 95%. [21]

Ce système présente deux inconvénients pour un champ PV de faible puissance :

- Prix élevé.
- Le gain énergétique annuel par rapport à un système moins complexe (cas d'une régulation de la tension) n'est pas important.

- **Le convertisseur continu – alternatif**

C'est un dispositif destiné à convertir le courant continu en courant alternatif. La formation de l'ordre de sortie peut être assurée par deux dispositifs :

- **Rotatif** : C'est un moteur à courant continu couplé à un alternateur, son rendement varie de 50% à 60% pour 1KW jusqu'à atteindre 90% pour 50KW. Ses avantages sont : simplicité, onde sinusoïdale, bonne fiabilité. Ses inconvénients sont : cherté, faible rendement (surtout pour les faibles puissances). [21]

- **Statique** : On le désigne sous le nom d'onduleur. C'est un dispositif utilisant des transistors de puissance ou des thyristors. L'onde de sortie présente, dans le plus simple des cas, une forme carrée qui peut s'adapter à quelques types de charges, des pertes à vide considérables surtout pour des faibles puissances. Les onduleurs peuvent être améliorés à l'aide d'un filtrage ou par utilisation des systèmes en PWM (pulse width modulation) qui permettent grâce à la modulation de la longueur des impulsions d'obtenir une onde de sortie sinusoïdale. Avec ce système on obtient : - Un rendement élevé sur une plage du taux de charge. - De faibles pertes à vide. [21]

Pour le choix de l'onduleur (des sites isolés) on tient compte de deux paramètres :

b- La compatibilité de la puissance

Il faut que la puissance de l'onduleur (P_{ond}) soit supérieure à la puissance totale de tous les appareils qui marche avec le courant alternatif A.C (PT). $P_{onduleur} > P_{total}$

$$\text{Donc: } P_{ond} > P_{total} = 125350W$$

$$P_{onduleur} = P_T + 0,5 * P_T \quad (III.8)$$

$$P_{onduleur} = 125350 + 0,5 * 125350 = 188025W$$

On peut utiliser cette formule approximative :

$$\text{puissance en VA} = \text{puissance de watts} / 0.66 \quad (III.9)$$

$$\text{D'où la puissance en } V.A = 188025W / 0.66 = 284886.36$$

On a puissance d'onduleur est 284886,36 VA

c- La compatibilité de la tension

Il faut que la tension D.C de la sortie des panneaux (U_s) appartient à la plage de la tension d'entrée de l'onduleur, ou des fois il y a des onduleurs qui ont une tension d'entrée fixe, donc il faut que U_s (panneaux) = La tension d'entrée de l'onduleur.

Pour notre cas la tension de la sortie des panneaux : $U_s = 96v$.

d- Le choix du régulateur

Le régulateur solaire permet de contrôler la charge et la décharge de la batterie. Le régulateur solaire a le rôle de réguler l'énergie accumulée dans la batterie, en évitant toute surcharge ou décharge trop importante, pendant la décharge profonde le régulateur diminue l'intensité de la décharge, ou il y a des régulateurs qu'il arrête complètement la décharge pour protéger la batterie. [20]

Les types des régulateurs :

Il y a quatre types principaux des régulateurs solaires :

Le régulateur shunt : Le régulateur shunt est bien adapté aux petits systèmes. En fin de charge, il court-circuite le module afin que la batterie ne reçoive plus de courant et ne soit pas en surcharge. Elle ne permet pas de recharger la batterie à plus de 70% de sa capacité.

Le régulateur série : le régulateur série stoppe la circulation du courant en ouvrant le circuit électrique. Les modules restent sous tension, mais les batteries sont à l'abri de la surcharge. Il s'agit également d'une technologie ancienne peu performante. Elle ne permet pas non plus de recharger les batteries au delà de 70% de leur capacité.

Le régulateur PWM : Les régulateurs PWM (Pulse With Modulation)= (modulation de largeur d'impulsion) permettent d'améliorer la recharge des batteries, ils séparent le courant fournis par les panneaux et l'envoie vers les batteries sous forme d'impulsions. Ces impulsions sont modulées (+ou -longues, +ou- fréquentes) par la lecture précise du régulateur aux bornes de la batterie. Cela lui permet de connaître son niveau de charge.

Le régulateur MPPT : Les régulateurs MPPT (Maximum Power Point Tracking) possèdent une technologie avancée qui recherche en permanence le point de puissance maximum. Ce qui permet de tirer les meilleures performances des panneaux photovoltaïques avec un rendement presque 100% c'est-à-dire PENTREE=PSORTIE. En plus de fournir une augmentation d'énergie à une installation, ils optimisent la charge de la batterie et prolonge leur durée de vie. Les régulateurs MPPT balayent la tension du panneau pour trouver le point de sortie de puissance maximum. [20]

e- Les critères du choix du régulateur

On choisit le régulateur selon la tension et le courant de sortie des panneaux

On a comme puissance des appareils de $P_T = 125350W$

$$U=96V \quad \text{On sait que } P=U.I \rightarrow I=\frac{P}{U} \text{ d'où} \quad (\text{III.10})$$

$$\text{On } I = \frac{125350}{96} \approx 1305.73A$$

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

$$I_T = 1305.73 + 1305.73 * 10\%$$

$$I_T = 1318,7873 \text{ A}$$

On va choisir le régulateur MPPT qui peut supporter le courant de 1318.7873 A.

III.7 Validation par logiciel PVSYST

A - Présentation de logiciel de simulation

Le programme PVSYST est un logiciel de simulation de systèmes photovoltaïques, développé initialement par le Groupe de Physique Appliquée (GAP) de l'Université de Genève [22].

Ce logiciel est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche économique avec guide dans le développement d'un projet. PVSYST permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles [23].

On lance le logiciel PVSYST, l'interface suivante s'affiche :

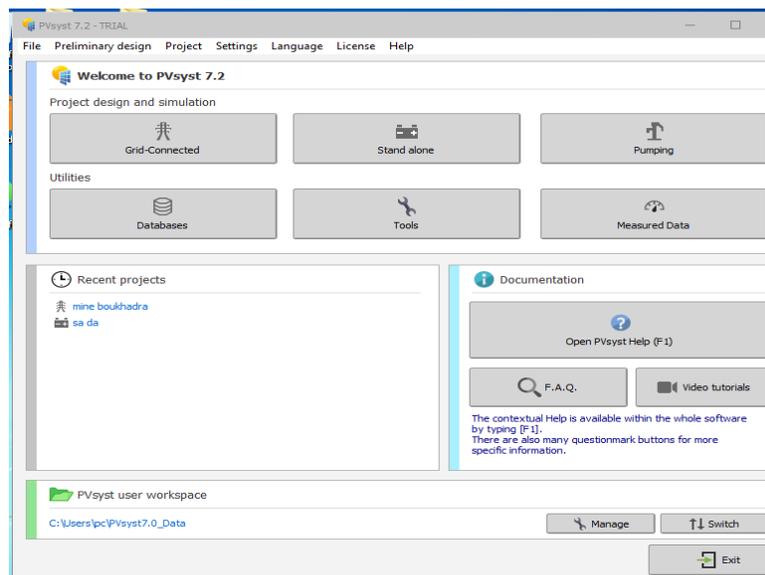


Figure III.7 : Interface de logiciel PVSYST

B- Conception et dimensionnement d'un système PV

La conception de système est basée sur une procédure rapide et simple :

- ☞ Spécifier la puissance désirée ou la surface disponible,
- ☞ Choisir les modules PV dans la base de données interne,
- ☞ Choisir l'onduleur dans la base de données interne.

C- Principaux resultants

Données météorologiques du site

Après avoir localisé le site, on clique sur le bouton « importer » pour importer les données météorologiques du site dans PVSYST, ces données mensuelles représentent l'irradiation, la température moyenne et la vitesse du vent :

	Global horizontal irradiation	Horizontal diffuse irradiation	Temperature	Wind Velocity	Relative humidity
	W/m ²	W/m ²	°C	m/s	%
January	123.5	38.6	6.6	2.74	77.8
February	126.0	59.8	9.0	3.55	71.3
March	211.3	72.8	9.4	3.67	72.7
April	260.1	85.6	14.0	2.88	65.3
May	261.6	98.3	16.2	3.17	66.6
June	298.2	103.2	22.5	2.50	57.4
July	313.4	95.4	27.0	2.36	46.5
August	271.0	88.2	26.1	2.31	50.8
September	216.0	82.8	21.0	1.98	74.2
October	172.6	66.9	15.1	2.94	78.8
November	121.0	46.0	13.9	2.79	73.7
December	106.9	42.2	8.0	3.65	67.4
Year	207.3	73.4	15.7	2.9	66.9

Figure III.8 : Caractéristiques climatiques du site de BOUKHADRA

D- Trajectoire du soleil

La connaissance du mouvement apparent du soleil pour un point donné de la surface terrestre est nécessaire pour toute application solaire. La position du soleil est définie par deux angles : α

hauteur HS (angle entre le soleil et le plan horizontal du lieu) et son Azimut AZ (angle avec la direction du Sud, compté négativement vers l'Est).

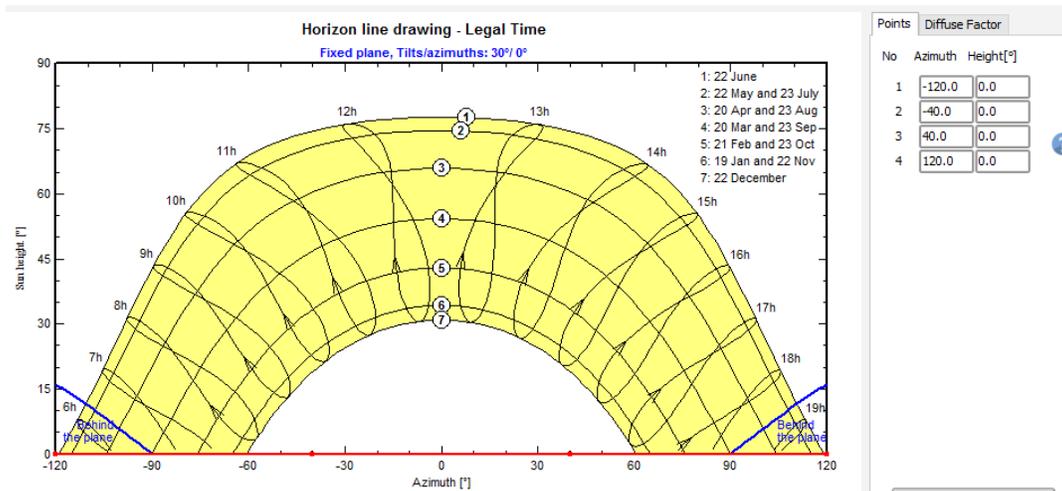


Figure III.9 : Trajectoire du soleil à BOUKHADRA

E- Orientation des modules PV

Vu le prix élevé des modules PV, il est nécessaire de choisir des orientations et inclinaisons favorables à la production d'énergie.

Nous avons choisi un plan Incliné fixe par rapport à l'horizontale comme illustre la figure (6) c'est l'inclinaison optimale donnée par le logiciel PVSYST.

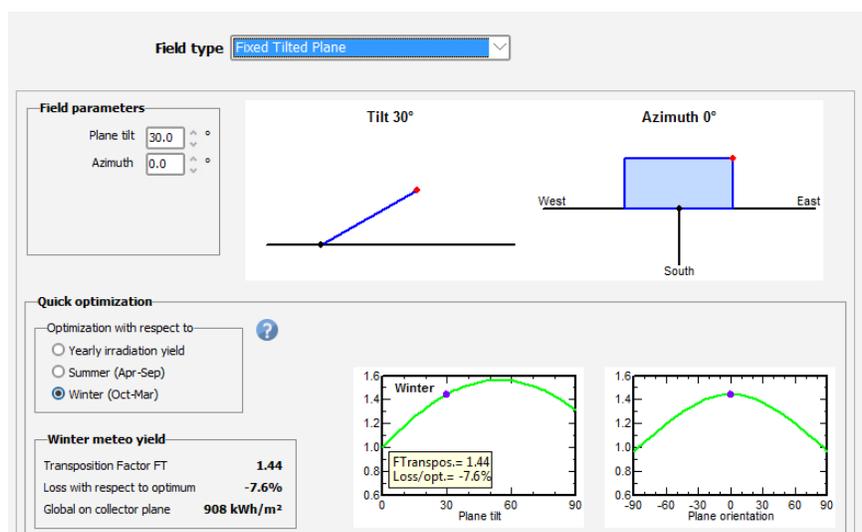


Figure III.10 : Orientation et inclinaison du système PV

a) Schéma de l'installation PV

La figure (7) représente le schéma de l'installation PV autonome prise en compte dans la simulation.

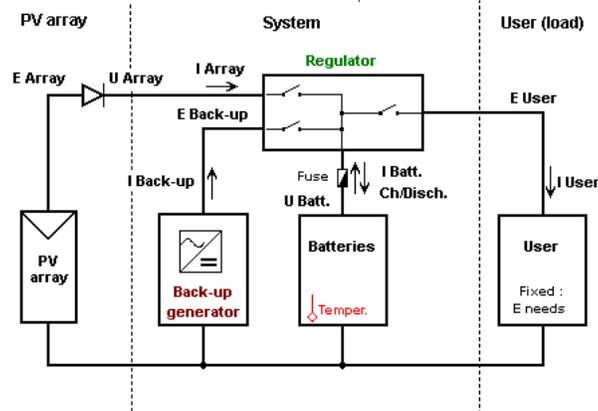


Figure III.11 : Schéma simplifié d'une installation PV autonome.

III.8 Résultats de simulation

Besoins électrique:

Consumption Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib.	Daily energy
10	Lamps (LED or fluo)	250 W/lamp	8.0 h/day	OK	20000 Wh
1	lamp concasseur	100 W/app	8.0 h/day	OK	800 Wh
0	Domestic appliances	0 W/app	0.0 h/day		0 Wh
0	Fridge / Deep-freeze	0.00 kWh/day	0.0		0 Wh
0	Dish- and Cloth-washer	0.0 W aver.	0.0 h/day		0 Wh
1	moteur concasseur	125000 W/app	12.0 h/day	OK	1500000 Wh
0	Other uses	0 W/app	0.0 h/day		0 Wh
Stand-by consumers		0 W tot	24 h/day		0 Wh
Total daily energy					1520800 Wh/day
Monthly energy					45624.0 kWh/mth

Appliances info

Consumption definition by: Years Seasons Months

Week-end or Weekly use: Use only during 7 days in a week

Figure III.12 : Besoins d'utilisateur.

III.9 - Simulation des équipements énergétiques

Batteries:

On a choisi une batterie sealed AGM de type Pb-acide 12V/239Ah sous une température fixe 20C°.

Specify the battery set

Sort batteries by: voltage capacity manufacturer

Concorde 12 V 239 Ah Pb Sealed AGM PVX-2580L

Lead-acid

8 batteries in series Number of batteries: **624**

78 batteries in parallel Number of elements: **3744**

100.0 % Initial State of Wear (nb. of cycles)

100.0 % Initial State of Wear (static)

Battery pack voltage: **96 V**

Global capacity: **18642 Ah**

Stored energy (80% DOD): **1432 kWh**

Total weight: **46800 kg**

Nb. cycles at 80% DOD: **800**

Total stored energy during the battery life: **1205 MWh**

Operating battery temperature

Temper. mode: Fixed (air-conditioned)

Fixed temperature: 20 °C

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

Figure III.13: Dimensionnement des batteries.

Modules et onduleurs

Av. daily needs: 1521 kWh/day

Enter accepted PLOL: 5.0 %

Enter requested autonomy: 1.0 day(s)

Battery (user) voltage: 96 V

Suggested capacity: 18637 Ah

Suggested PV power: 441280 Wp (nom.)

Storage | PV Array | Back-Up | Simplified sketch

Sub-array name and Orientation

Name: PV Array

Orient.: Fixed Tilted Plane

Tilt: 30°

Azimuth: 0°

Pre-sizing Help

No sizing

Enter planned power: 410.2 kWp

... or available area: 0 m²

Select the PV module

All modules

Sort modules: Power Technology

LC Solar 160 Wp 29V Si-poly LCP-160 Until 2009 Photon Max. 200!

Sizing voltages: Vmpp (60°C) 29.5 V

Voc (-10°C) 48.1 V

Select the control mode and the controller

MPPT power converter

Universal controller

All manufacturers

Max. Charging - Discharging current

MPPT 1000 W 96 V 5350 A 1329 A Universal controller with MPPT conve G

Operating mode

Direct coupling

MPPT converter

DC-DC converter

The operating parameters of the universal controller will automatically be adjusted according to the properties of the system.

PV Array design

Number of modules and strings

Mod. in series: 4 should be: No constraint

Nb. strings: 722 between 513 and 770

Nb. modules: 2888 Area: 3687 m²

Operating conditions:

Vmpp (60°C) 118 V

Vmpp (20°C) 141 V

Voc (-10°C) 193 V

Plane irradiance: 1000 W/m²

Imp (STC) 3379 A

Isc (STC) 3700 A

Isc (at STC) 3610 A

Max. operating power (at 1000 W/m² and 50°C): 467 kW

Array nom. Power (STC): 462 kWp

Figure III.14: Dimensionnement de module et onduleur.

III.10 Rapport de simulation

Après la simulation par le PVSYSY de la consommation du service électrique, on obtient un rapport (Figure III.15) :

General parameters			
Stand alone system		Stand alone system with batteries	
PV Field Orientation			
Orientation			
Fixed plane		Sheds configuration	
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	No 3D scene defined	
		Models used	
		Transposition	Perez
		Diffuse	Imported
		Circumsolar	separate
User's needs			
Daily household consumers			
Constant over the year			
Average	1521 kWh/Day		
PV Array Characteristics			
PV module		Battery	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	LCP-160	Model	PVX-2580L
(Original PVSyst database)			
Unit Nom. Power	160 Wp	Technology	Lead-acid, sealed, AGM
Number of PV modules	2888 units	Nb. of units	78 in parallel x 8 in series
Nominal (STC)	462 kWp	Discharging min. SOC	20.0 %
Modules	722 Strings x 4 in series	Stored energy	1432.0 kWh
At operating cond. (50°C)		Battery Pack Characteristics	
Pmpp	423 kWp	Voltage	96 V
U mpp	124 V	Nominal Capacity	18642 Ah (C10)
I mpp	3424 A	Temperature	Fixed 20 °C
Controller		Battery Management control	
Universal controller		Threshold commands as	SOC calculation
Technology	MPPT converter	Charging	SOC = 0.90 / 0.75
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.	approx.	109.2 / 99.1 V
Converter		Discharging	SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %	approx.	92.3 / 96.5 V
Total PV power			
Nominal (STC)	462 kWp		
Total	2888 modules		
Module area	3687 m²		
Array losses			
Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.61 mΩ
Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Series Diode Loss	
		Voltage drop	0.7 V
		Loss Fraction	0.5 % at STC

Figure III.15: Paramètre de simulation.

Pour notre étude le résultat concernant l'énergie incidente de référence sur le plan des panneaux est 5.707KWh/m²/j

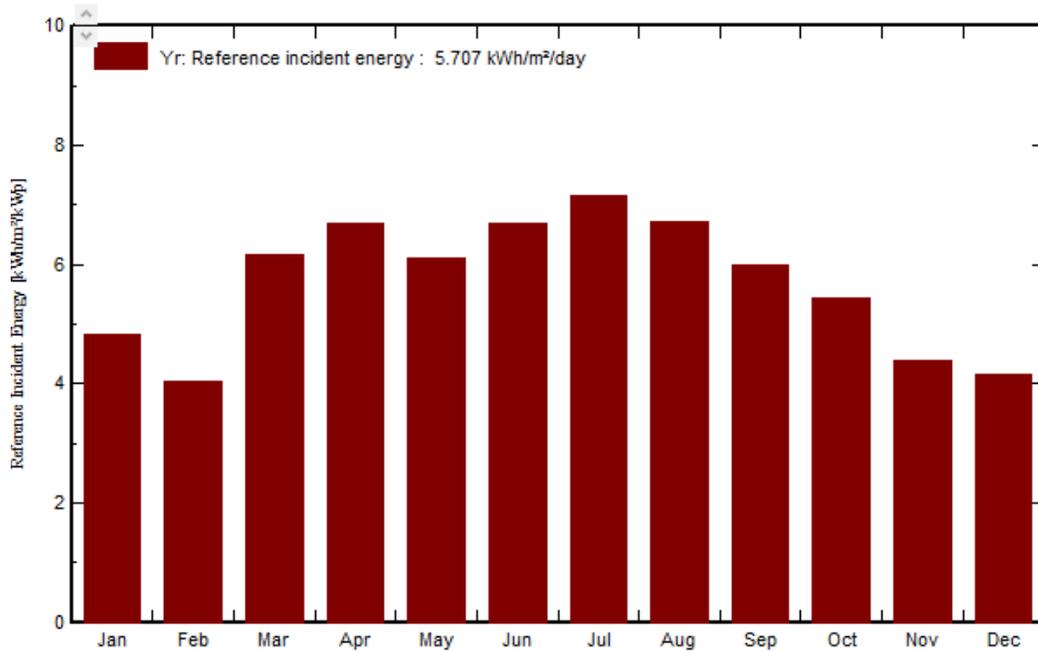


Figure III.16: *Energie incidente de référence sur le plan des panneaux*

La distribution de rayonnement incidente de cette même énergie le long de l'année est illustrée par la figure ci-après.

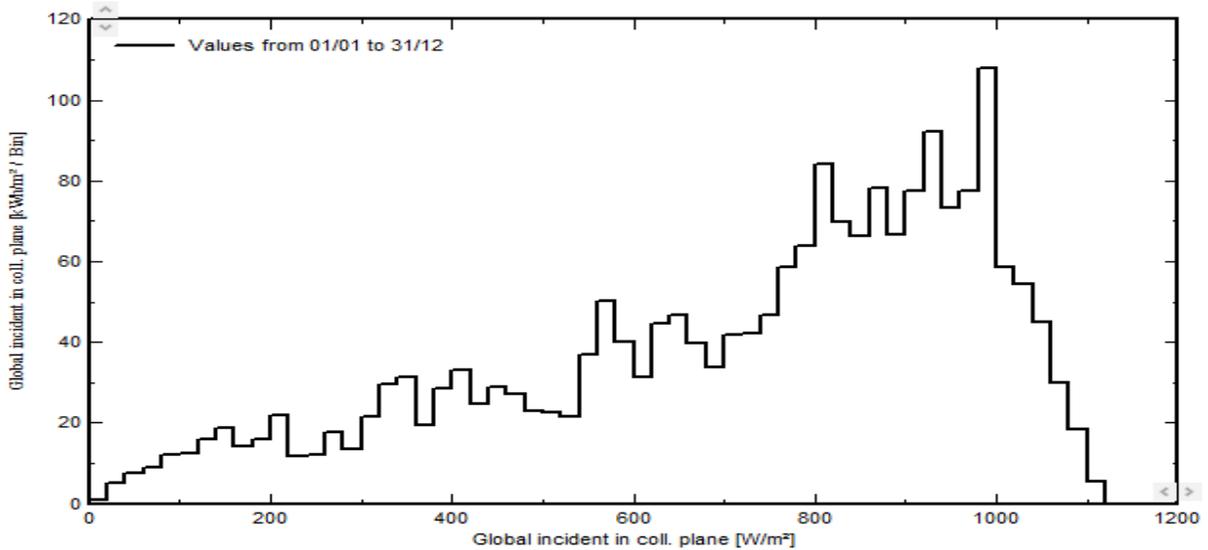


Figure III.17 : *Distribution annuelle de rayonnement incidente.*

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.

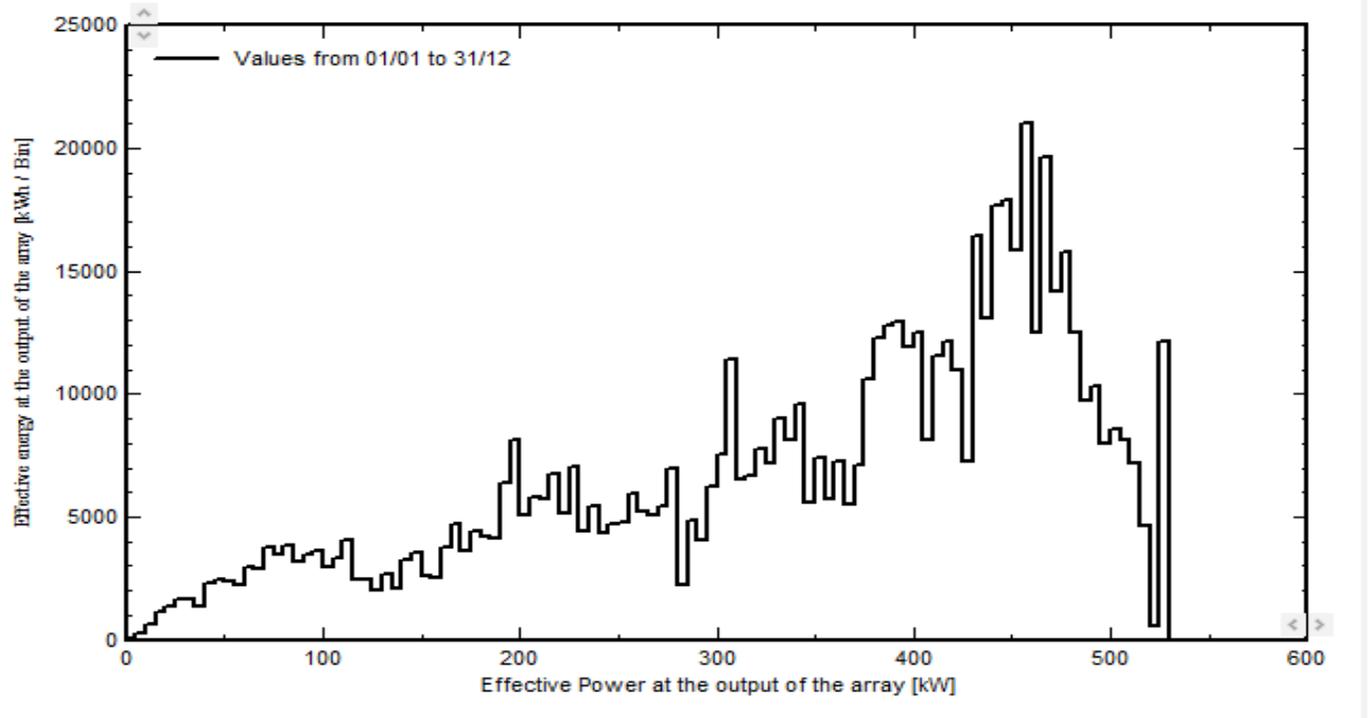


Figure III.18: *Distribution annuelle de la puissance en sortie du champ PV*

En plus des bilans mensuels et annuels, le résultat le plus significatif est présenté sous forme de diagramme d'Entrée/Sortie reportant, l'énergie produite en fonction de l'énergie effectuée sortie champ.

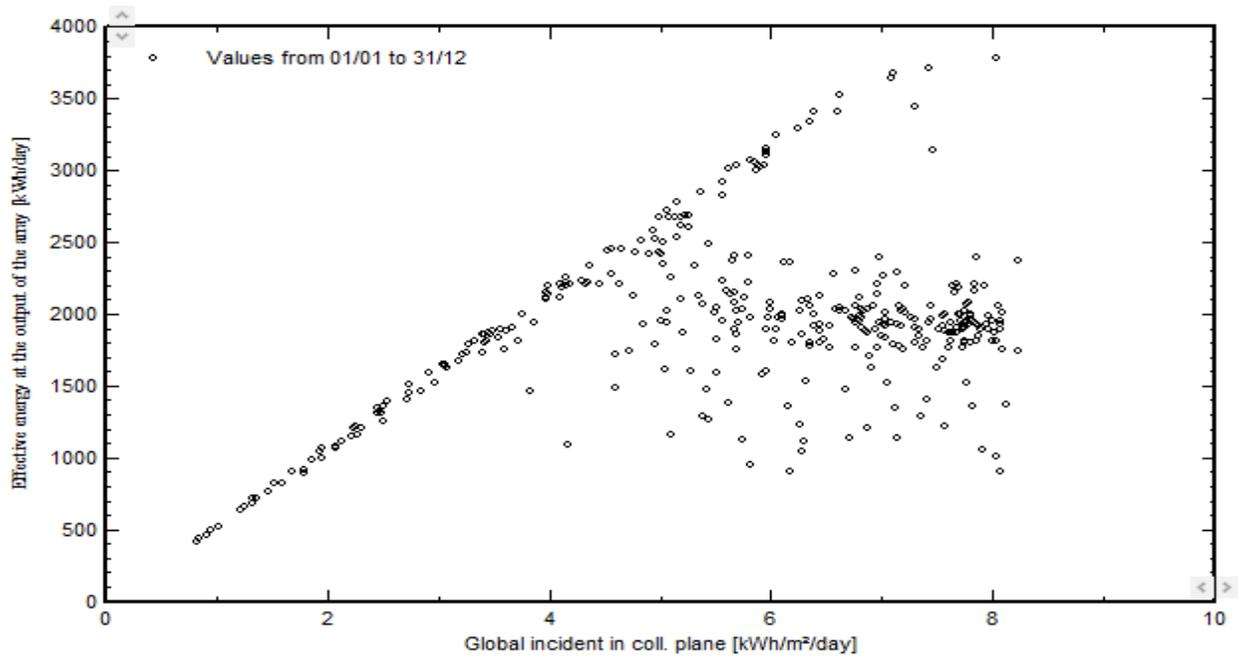


Figure III.19: Diagramme d'entrée/sortie journalier du système PV.

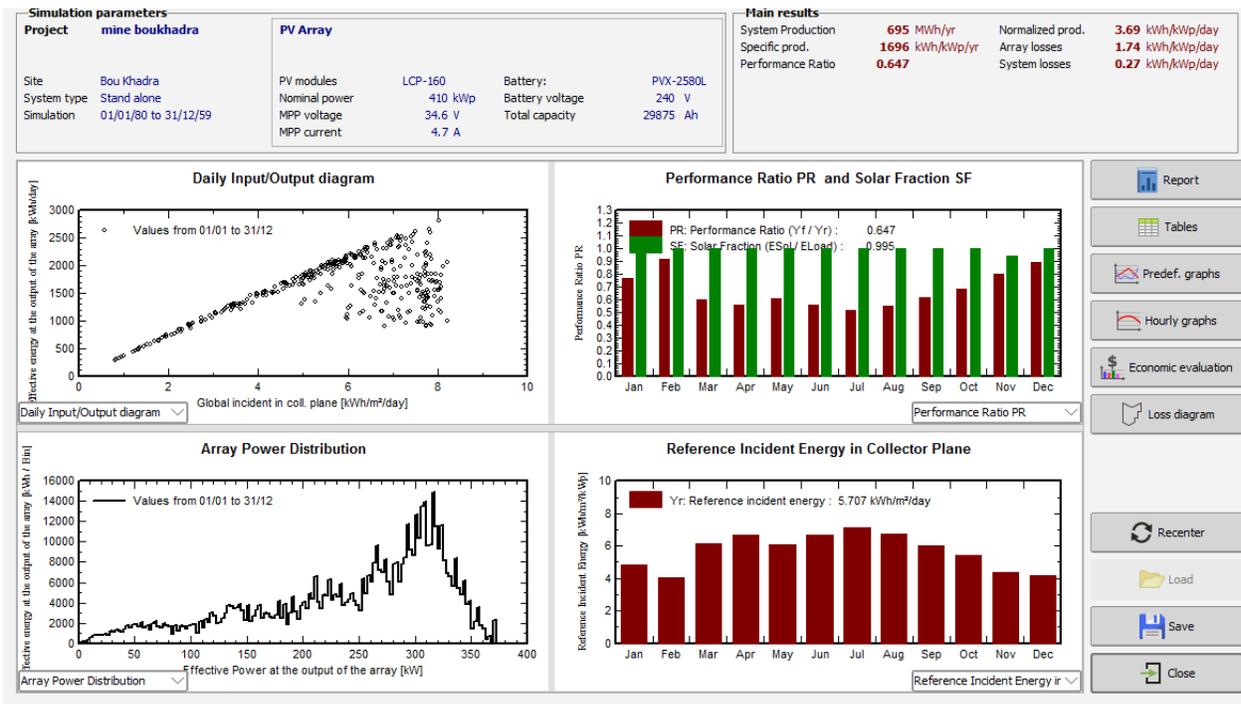


Figure III.20: le résultat de rapport.

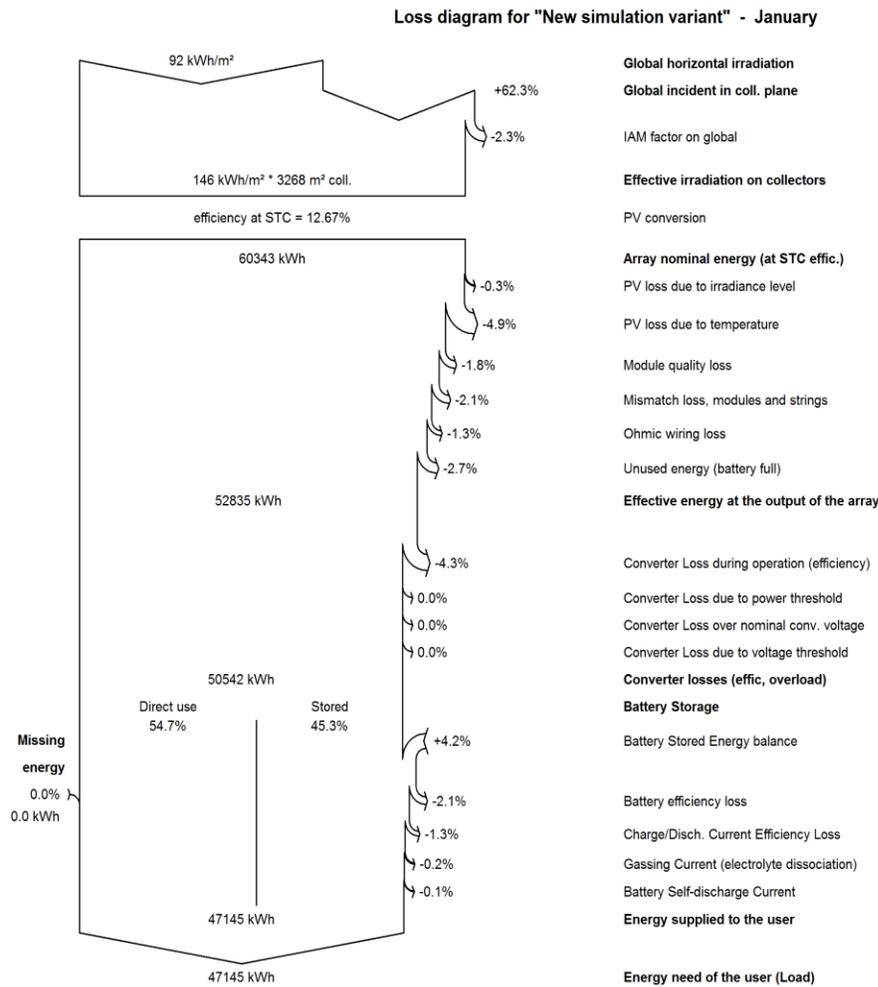


Figure III.21 : *diagramme des pertes par flèche*

III.11 Comparaison entre la méthode utilisée et la simulation

Suite aux résultats obtenus par calcul et simulation numérique de logiciel PVSYST nous résumons dans le tableau ci –dessus :

Tableaux III.4 *Comparaison entre la méthode utilisée et la simulation*

	Nombre de panneau	Nombre de la batterie
Calcule	2888	264
Simulation	2888	624

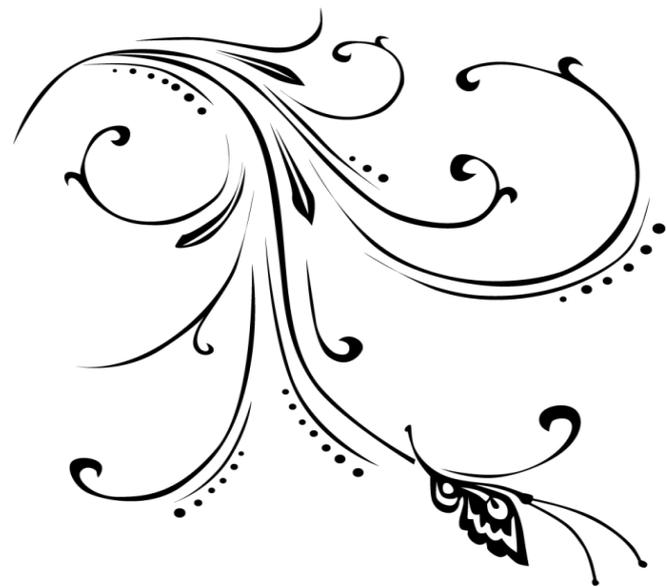
III.12 Conclusion

Dans le dernière chapitre on conclue que le dimensionnement à l'aide du logiciel PVSYST a montré que couvrir les besoins de notre installation, on aura besoins de 2888 panneaux PV de 160W, 624batteries de 12V/239Ah pour alimenté le concasseur dans la mine boukhadra. Suivant notre étude comparative, on a trouvé que le dimensionnement par PVSYST donne des bons résultats par rapport au dimensionnement par la méthode analytique.

Finalement, on peut dire que les systèmes PV autonomes peuvent jouer un rôle très important en apportant une solution réellement économique pour couvrir les besoins énergétiques.



Conclusion
Générale



Conclusion générale

L'énergie solaire occupe une place primordiale dans le monde industriel, car il représente un maillon principal de toute la chaîne énergétique.

Les systèmes photovoltaïques sont vraiment les plus favorisants pour la production d'énergie à cause de leurs possibilités d'autonomie assurées par les batteries, donc la régulation charge-décharge de ces éléments batterie est nécessaire, et cela pour prolonger leurs durée de vie, il est donc intéressant de disposer d'une très grandes bases de données pour les régulateurs et les batteries pour donner aux utilisateurs un vaste choix de leurs équipements.

Après avoir décrit une généralité sur l'énergie solaire, nous avons exposé un aperçu sur les systèmes photovoltaïques. L'exposé théorique des méthodes de dimensionnement, nous a permis, de présenter une étude d'avant projet pour dimensionner l'installation photovoltaïque destinée à l'installation de concassage dans la mines de Boukhadra.

Nous envisageons, en perspectives, d'appliquer et d'étudier la faisabilité d'introduire l'énergie solaire dans le domaine minier. Cette gamme dans la mine de Boukhadra.

Références

- [1] https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_renouvelable,2022.
- [2] Intelligent énergie Europe .énergie bits.com
- [3] M. TRAORE « GESTION DU SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE D'UNE ALIMENTATION PRIVEE CONNECTE AU RESEAU», MEMOIRE DE MASTER, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR- ANNABA, 2017.
- [4] J'apprends l'énergie, GDF SUEZ 2013, (énergie renouvelable).
- [5] <https://www.projetecolo.com/l-energie-biomasse-definition-avantages-et-inconvenients-139.html>, 2021.
- [6] <https://geothermie-soultz.fr/guide/avantages-et-inconvenients-de-la-geothermie/>,2022.
- [7] Dr. Sofia Belaid Lalouni, « Cours Energie Solaire Photovoltaïque », Université A.Mira de Bejaia, 2015.
- [8] ASAL. (l'Atlas Solaire de l'Algérie par l'Agence Spatiale Algérienne). Energie nouvelle et renouvelable)
- [9] Abdelkader Mekemeche, « Modélisation à deux dimensions des propriétés physiques de cellules solaires au silicium à base de substrat de type n, Étude de quelques cas particuliers de cellules innovantes », Thèse de Doctorat, L'Université Abdel Hamid Ibn Badis de Mostaganem, 2017.
- [10] Soltane Belakehal, « Conception & Commande des Machines à Aimants Permanents Dédiées aux Energies Renouvelables », thèse doctorat, université de Constantine, 2017.
- [11] <https://terresolaire.com/comprendre-le-solaire/photovoltaique/histoire-du-photovoltaïque/>, 2022.
- [12]<https://unmundosalvadorsoler.org/Files/foro/Manuel%20Pratique%20de%20petits%20syste%CC%80mes%20photovoltai%CC%88ques.pdf>, 2022 .
- [13] <http://www.sfe-solar.com/calculo-sistemas-fotovoltaicos-aislados-autonomos/>,2022.
- [14] <http://www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm>,2022.
- [15] Libro de Ingeniería sin fronteras , 2022 .

[16] Othmane Benseddik, Fathi Djaloud, « Etude et optimisation du fonctionnement d'un système photovoltaïque », mémoire de master, université Kasdi Marbah- Ouargala, 2012

[17] CONRAD H.S YOTTO « etude de coception d'un mini centrale photovoltaïque de la presidence de la republique du BNINE

[18] BALLAYIRA Bakary et BARRY Amadou « RAPPORT DE STAGE A LA MINE DE BOUKHADRA », 2020/ 2021

[19] www.4nergie.com cours 2015

[20] HENNOUS Chahrazet, AIT-ALLALA Kahina, DIMENSIONNEMENT ET INSTALLATION D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE (APPLICATION A LA F.G.E.I.) , 2008/2009.

[21] BOUKHLIF Hamza, « Dimensionnement technique d'une installation photovoltaïque De 300kw », Mémoire de Master, Université M'hamed Bougara de Boumerdes, promotion juin 2017.

[22] 29MOSTAHSINE Smail, « Etude comparatif de panneaux solaires photovoltaïques à Ifrane », Rapport de licence, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah 16 Jin 2015.



Les Annexes



Solar Panel Comparison

Manufacturer	LC Solar
Model	LCP-160
STC Rated Power Output (W)	160
Voltage at Rated Power (V)	34.40
Current at Rated Power (A)	4.65
Open Circuit Voltage (V)	43.20
Short Circuit Current (A)	4.95
Fill Factor	74.8%
Panel Efficiency	12.5%
Power Tolerance	-3.50% ~ 3.50%
Power Temperature Coefficiency (%/°C)	
Temperature Coefficiency VOC (%/°C)	-0.38
Temperature Coefficiency ISC (%/°C)	0.100
NOCT (°C)	
Panel Height (mm)	1580
Panel Width (mm)	808
Panel Depth (mm)	50
Panel Area (M ²)	1.28
Panel Weight (kg)	15.5
Material/Output Warranty (Years)	
PTC Power Output (W)	
PTC/STC Ratio	
Estimated Power At NOCT (W)	

- PTC Power: The output power under PVUSA Test Conditions. 1000 W/M2 solar irradiance, 20°C ambient air temperature, and 1m/s wind speed at 10 meters above ground level.
- Estimated Power At NOCT: The estimated output power under the NOCT conditions: 800 W/M2 solar irradiance, 20°C ambient air temperature, and 1m/s wind speed.
- The report is generated from the solar panel database at www.posharp.com. Contact Possharp at 888-429-7989 for special services, including solar panel supplies

PVsyst - Simulation report

Stand alone system

Project: mine boukhadra

Variant: New simulation variant

Stand alone with back-up generator

System power: 462 kWp

Bou Khadra - Algeria

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL



PVsyst V7.2.14

VCO, Simulation date:
 15/06/22 06:50
 with v7.2.14

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Bou Khadra		Latitude	35.74 °N	Albedo	0.20
Algeria		Longitude	8.03 °E		
		Altitude	826 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
Bou Khadra					
PVGIS api TMY					

System summary

Stand alone system		Stand alone with back-up generator			
PV Field Orientation					
Fixed plane					
Tilt/Azimuth	30 / 0 °				
User's needs					
Daily household consumers					
Constant over the year					
Average	1521 kWh/Day				
System information					
PV Array					
Nb. of modules	2888 units				
Pnom total	462 kWp				
Battery pack					
Technology	Lead-acid, sealed, AGM				
Nb. of units	624 units				
Voltage	96 V				
Capacity	18642 Ah				

Results summary

Available Energy	784120 kWh/year	Specific production	1697 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	57.38 %
Used Energy	554647 kWh/year			Solar Fraction SF	99.49 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8



PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
15/06/22 06:50
with v7.2.14

General parameters

Stand alone system	Stand alone with back-up generator	
PV Field Orientation	Sheds configuration	Models used
Orientation	No 3D scene defined	Transposition Perez
Fixed plane		Diffuse Imported
Tilt/Azimuth		Circumsolar separate
User's needs		
Daily household consumers		
Constant over the year		
Average	1521 kWh/Day	

PV Array Characteristics

PV module		Battery	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	LCP-160	Model	PVX-2580L
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, sealed, AGM
Unit Nom. Power	160 Wp	Nb. of units	78 in parallel x 8 in series
Number of PV modules	2888 units	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	462 kWp	Stored energy	1432.0 kWh
Modules	722 Strings x 4 In series	Battery Pack Characteristics	
At operating cond. (50°C)		Voltage	96 V
Pmpp	423 kWp	Nominal Capacity	18642 Ah (C10)
U mpp	124 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	3424 A		
Controller		Battery Management control	
Universal controller		Threshold commands as	SOC calculation
Technology	MPPT converter	Charging	SOC = 0.90 / 0.75
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.	approx.	109.2 / 99.1 V
Converter		Discharging	SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %	approx.	92.3 / 96.5 V
		Back-Up Genset Command	SOC = 0.25/0.45
		approx.	93.5 / 96.6 V
Back-up genset			
Manufacturer	Generic		
Model	3 kW		
Nominal power	3.0 kW		
Total PV power			
Nominal (STC)	462 kWp		
Total	2888 modules		
Module area	3687 m²		

Array losses

Thermal Loss factor	DC wiring losses	Serie Diode Loss
Module temperature according to irradiance	Global array res.	Voltage drop
Uc (const)	0.61 mΩ	0.7 V
Uv (wind)	Loss Fraction	Loss Fraction
20.0 W/m²K	1.5 % at STC	0.5 % at STC
0.0 W/m²K/m/s		
Module Quality Loss	Module mismatch losses	Strings Mismatch loss
Loss Fraction	Loss Fraction	Loss Fraction
1.8 %	2.0 % at MPP	0.1 %



PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
15/06/22 06:50
with v7.2.14

Array losses

IAM loss factor

ASHRAE Param: $IAM = 1 - bo(1/\cos i - 1)$

bo Param. 0.05

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL



PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
15/06/22 06:50
with v7.2.14

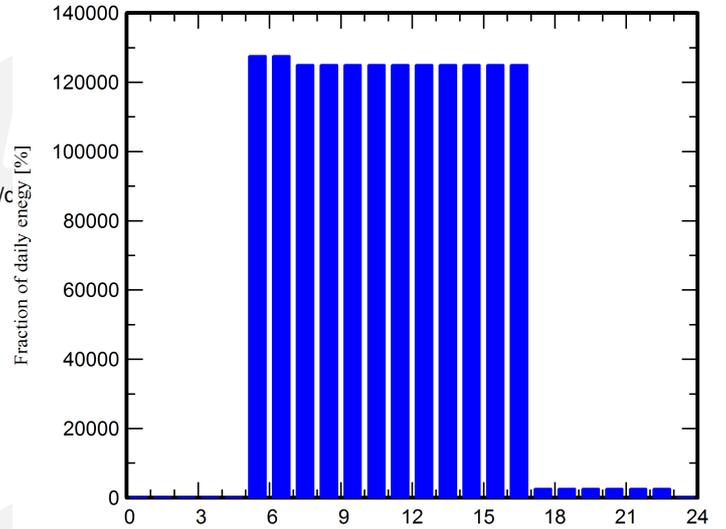
Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 1521 kWh/day

Annual values

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lamps (LED or fluo)	10	250W/lamp	8.0	20000
lamp concasseur	1	100W/app	8.0	800
moteur concasseur	1	125000W tot	12.0	1500000
Total daily energy				1520800Wh/c

Hourly distribution





PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
15/06/22 06:50
with v7.2.14

Main results

System Production

Available Energy 784120 kWh/year
Used Energy 554647 kWh/year
Excess (unused) 220357 kWh/year

Specific production 1697 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 57.38 %
Solar Fraction SF 99.49 %

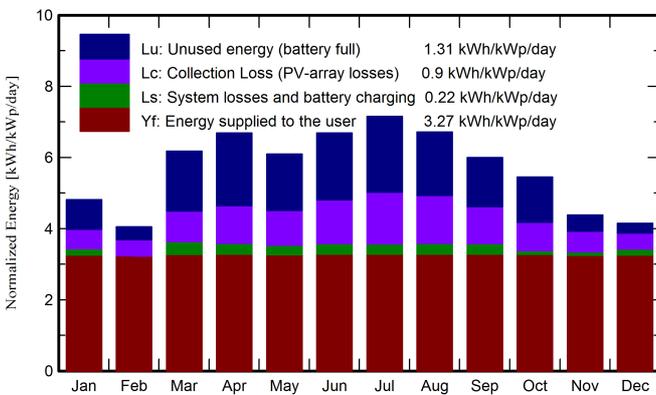
Back-Up energy from generator

Back-Up energy 2378 kWh/year
Fuel Consumption 1427 liter/year

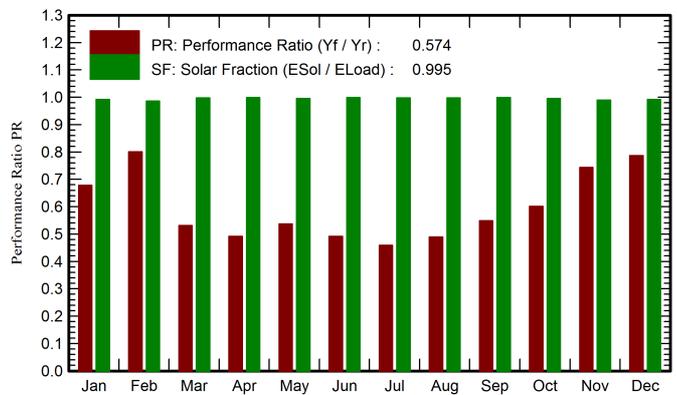
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 84.6 %
Static SOW 80.0 %
Battery lifetime 5.0 years

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUunused kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	91.9	145.7	58906	11847	47132	47145	0.992
February	84.7	110.8	44562	4620	42622	42582	0.986
March	157.2	187.3	73963	24119	47086	47145	0.997
April	187.3	195.6	75749	28179	45554	45624	0.998
May	194.6	183.8	70834	22584	47103	47145	0.995
June	214.7	195.2	73428	25925	45550	45624	0.998
July	233.2	215.9	79565	30488	47064	47145	0.998
August	201.6	203.1	74573	25385	47076	47145	0.998
September	155.5	175.9	66504	19006	45568	45624	0.998
October	128.4	165.0	64438	18055	47111	47145	0.995
November	87.1	128.6	50651	6233	45623	45624	0.989
December	79.5	125.8	50950	3915	47159	47145	0.992
Year	1815.9	2032.8	784120	220357	554647	555092	0.995

Legends

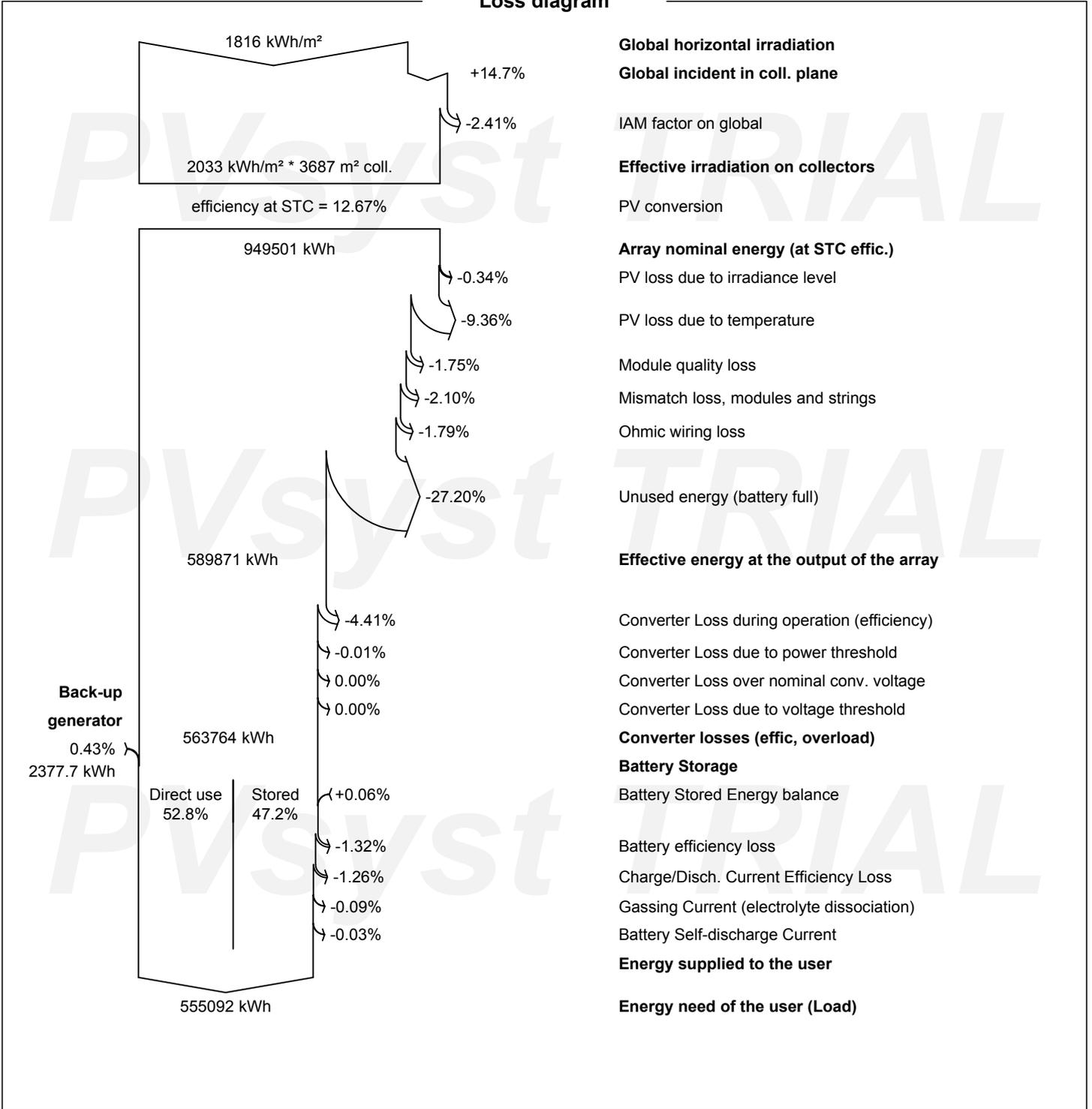
- GlobHor Global horizontal irradiation
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- E_Avail Available Solar Energy
- EUunused Unused energy (battery full)
- E_User Energy supplied to the user
- E_Load Energy need of the user (Load)
- SolFrac Solar fraction (EUused / ELoad)



PVsyst V7.2.14

VCO, Simulation date: 15/06/22 06:50 with v7.2.14

Loss diagram



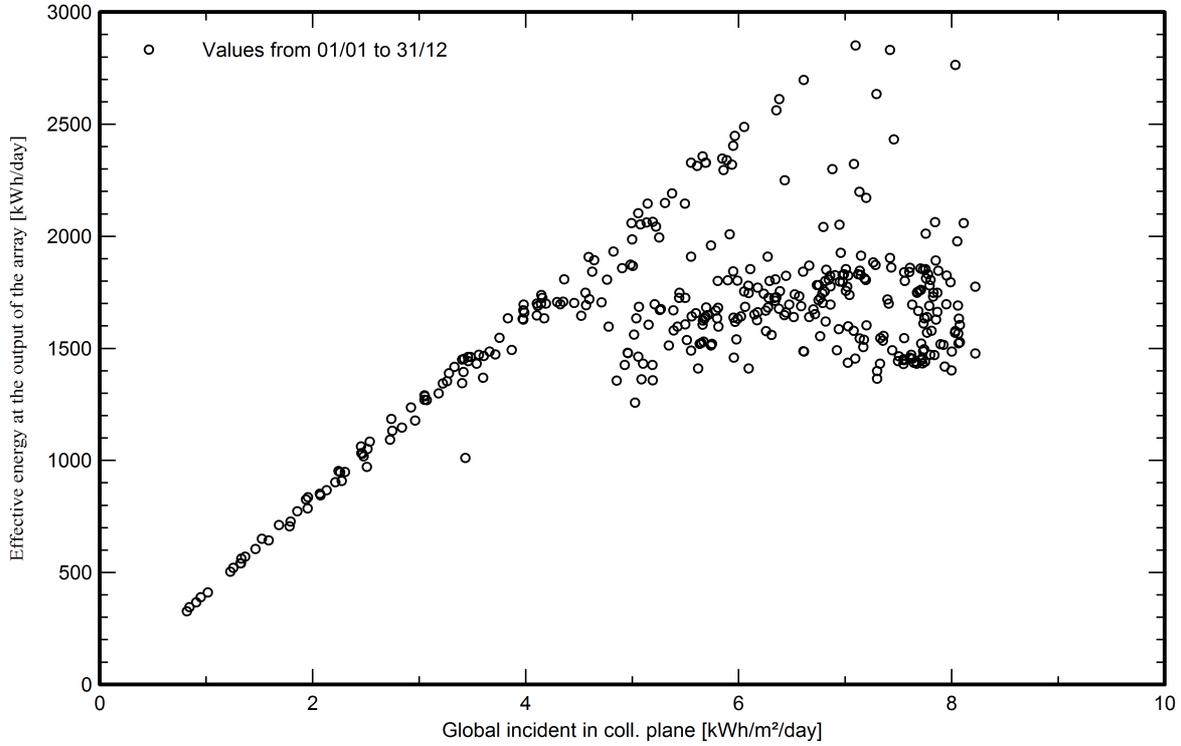


PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
15/06/22 06:50
with v7.2.14

Special graphs

Daily Input/Output diagram



PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

Résumés :

De nos jours les technologies dit vert prend de plus en plus de place dans le monde, notamment c'est grâce à ces technologie qu'une partie de l'électricité que nous consommons est propre, et comme on peut le constaté le solaire photovoltaïque est le leader dans ce domaine, des milliers de centrale et installation photovoltaïque sont installer à travers le monde. Et comme c'est important d'avoir toujours un très bon rendement dans ces centrales, plusieurs facteur et défauts sont pris en considération, dans notre mémoire nous allons apporter un contributions à l'étude d'un système PV, qui centre sur l'impact de l'inclinaison et de l'orientation sur le rendement des panneaux PV, et pour cela nous avons mené une étude pratique sur problématiques liés à la mauvaise captation du panneau PV, et ver la fin nous avons apporté des recommandations importantes pour remédier à la problématiques de l'inclinaison et de l'orientation et avoir un rendement plus important.

Abstract

Nowadays, so-called green technologies are taking up more and more space in the world, in particular, it is thanks to these technologies that part of the electricity we consume is clean, and as we can see, solar photovoltaic is the leader in this field, thousands of photovoltaic power plants and installations are installed around the world. And as it is important to always have a very good yield in these plants, several factors and defects are taken into consideration, in our memory we will make contributions to the study of a PV system, which focuses on the impact of tilt and orientation on the performance of PV panels, and for this we conducted a study practice on issues related to poor capture of the PV panel, and towards the end we have made important recommendations to remedy the problems of inclination and orientation and have a higher yield.