

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La Recherche scientifique

Université Blida-1

Faculté de Technologie

Département des Energies Renouvelables



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Conversion Photovoltaïque

Thème

Dimensionnement photovoltaïque d'une installation pisciculture continentale de Boukais à Bechar

Présenté par : - HAMMA Mohamed EL-Aniss.

- MEZOURI Abdelkader.

Soutenu le 11/07/2023 devant le jury composé par :

Dr MEHALAINE KOUCEILA	MCB	USDB	Président
Dr AIT SAHED Oussama	MCB	USDB	Examineur
M. DOUMAZ Toufik	MAA	USDB	Promoteur
Me. LAABABSA Leila		CNRDPA	Co-Promotrice

2022/2023

REMERCIEMENTS

Avant de commencer le développement de cette expérience professionnelle, il nous paraît tout naturel de commencer par remercier les personnes qui nous ont permis d'effectuer ce travail ainsi qui nous ont permis d'en faire un moment agréable et profitable.

Nous voudrions dans un premier temps remercier le chef de département M. BOUZAKI M. pour sa patience et sa disponibilité tout au long de nos années d'études. Qu'il trouve ici l'expression de notre éternelle reconnaissance. Nos remerciements les plus vifs vont également à notre chef d'option M. DOUMAZ T. qui a été très généreux avec nous en matière d'orientation et de partage de connaissances et d'expériences

Nous remercions M. BOUDJENAH M. du CNRDPA qui nous a orienté vers la station de Boukais ce qui nous a permis de vivre cette expérience professionnelle et Me. LAABABSA L. notre co-promotrice, chercheuse au CNRDPA pour nous avoir fait confiance, Nos vifs remerciements à M. BOUDANI M. chef de la station de BOUKAIS qui nous a accueillis à la station, pour sa disponibilité sa patience et surtout son assistance, ses conseils et ses orientations.

Toute notre gratitude envers l'ensemble des employés de la station de Boukais pour toute aide qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de cette expérience.

Nous remercions le président de jury Dr. MEHALAINE K et les membres du jury Dr. BENAHMED M d'avoir accepté de juger ce travail qu'ils en soient vivement remercier une deuxième fois

Nous remercions toutes personnes qui nous ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce modeste travail.

Dédicace

À nos très chères mères, la lumière des nuits et notre chemin vers le paradis.

*A nos très chers pères, symbole de sagesse, et la cause de notre existence dans cette
vie,*

*Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler
dans vos prières, que DIEU vous préserve santé et longue vie.*

Nous tenons aussi à dédier ce modeste travail à

Nos chers frères et sœurs

Toutes nos familles, petites et grandes,

Tous nos amis,

المخلص

في هذا العمل قمنا بعمل تحجيم كهروضوئي لمحطة لتربية الأسماك القارية ببوكايس في ولاية بشار. تم تدشين المحطة في عام 2016 بإنتاج سنوي يبلغ 100 طن. قمنا بدراسة كل منشأة من المحطة على حدة (3 مخابر ، وقاعدة حياة ، مركز الأمن ، ومحطة ضخ) وانتهينا بتحديد دراسة كلية مع دراسة تقنية اقتصادية.

الكلمات المفتاحية: تربية الأسماك ، التحجيم الكهروضوئي ، النظام الكهروضوئي ، الألواح الشمسية، البطاريات. .

Résumé

Dans ce travail nous avons fait un dimensionnement photovoltaïque pour une station pisciculture aquacole continentale de Boukaïs à Bechar Mise en service en 2016 et d'une production annuelle de 100t.

On a dimensionné chaque constitution de site individuellement (3 hangars distinct, la base de vie, le poste de sécurité et station de pompage et on a terminé par un dimensionnement global avec une étude technico économique.

Mots clés : pisciculture continentale, dimensionnement photovoltaïque, système photovoltaïque, panneau solaire, batterie solaire, .

Abstract

In this work, we made a photovoltaic sizing for a continental fish farming station of Boukaïs in Bechar Commissioned in 2016 with an annual production of 100t.

We sized each site component individually (3 separate sheds, life base, security station and pumping station) and ended with a global sizing with technical-economic study.

Keywords: fish farming photovoltaic sizing, photovoltaic system, solar panel, battery.

Introduction générale	1
CHAPITRE I : Généralités sur l'énergie solaire et les systèmes photovoltaïques	4
I.1. généralité sur l'aquaculture	5
I.2. . Objectifs de l'aquaculture	5
I.3. Les différentes formes de l'aquaculture.....	5
I.4. les branches de l'aquaculture	6
I.4.1. La pisciculture	6
I.4.2. La conchyliculture	7
I.5. L'aquaculture dans le monde	7
I.6. L'aquaculture en Algérie.....	8
I.6.1. Historique	8
I.7. Le potentiel biologique	10
I.8. Energie solaire photovoltaïque	11
I.9. Composants du système photovoltaïque	11
I.9.1. Le générateur photovoltaïque.....	11
I.9.2. L'Onduleur	14
I.9.3 Les Batteries	17
I.9.4 Le Régulateur	22
I.9.5 Les types des systèmes photovoltaïques	25
I.9.6 Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau.....	26
I.9.7 Les systèmes photovoltaïques connectés autonomes.....	28
I.9.8 Les systèmes solaires hybrides	30
I.10 Conclusion.....	31
CHAPITRE II : Présentation et description du site étudié.....	32
Introduction	33
II.1. Présentation du site	33
II.1.1. Situation Géographique du site	33
II.2. L'orientation L'inclinaison des modules photovoltaïques.....	34
II.2.1. L'orientation des modules photovoltaïques	34
II.2.2. L'inclinaison des modules photovoltaïques	34
II.3. Les besoins électriques	35
II.4. Ombrage ou repérage des masques.....	39
II.4.1 Les masques lointains.....	39
II.4.2 Les masques proches	39

II.5 Conclusion.....	40
CHAPITRE III : Dimensionnement et installation du système photovoltaïque	
III.1 Introduction.....	42
III.2 Les logiciels utilisés pour faire le dimensionnement.....	42
III.2.1 Présentation de PVsyst.....	42
III.3 Dimensionnement analytique.....	43
III.3.1 Tension nominale.....	43
III.3.2 Calcul de l'énergie produit requise par l'installation.....	44
III.3.3 Calcul de la puissance de l'onduleur.....	44
III.3.4 Les nombres des batteries.....	45
III.3.5 Détermination du nombre des panneaux solaires	45
III.4 Comparaison et étude technico-économique d'un système photovoltaïque.....	46
III.4.1 Coûts du projet photovoltaïque.....	46
III.5 Conclusion générale	69

Introduction Générale :

Introduction Générale

L'aquaculture apparaît en Égypte et en Chine au IV^e millénaire av. J.-C.. Elle pouvait concerner des espèces élevées pour l'alimentation ou pour d'autres raisons (poissons d'apparat tels que les carpes Koï). Les mandarins élevaient le carassin et ils ont créé de grandes fermes aquacoles. L'élevage et la sélection de carpes Koï a commencé il y a plus de deux mille ans [1]. Une aquaculture extensive existait dans toute l'Europe dès le Moyen Âge, exercée dans une multitude de mares et de réseaux d'étangs, dont certains comme dans la Dombes en France étaient périodiquement vidés et mis en culture, fournissant un complément alimentaire important aux paysans et aux moines. Au Moyen âge, le moine Aquarius était chargé des élevages de poissons qui servaient de nourriture, lors du Carême entre autres. Les rivières elles-mêmes étaient localement des lieux de production, par exemple près des moulins à eau, qui nourrissaient et attiraient des poissons avec leurs déchets (riches en vers de farine et autres invertébrés) dont des truites de mer. Des viviers marins, parfois en forme de navire ou de ponton ont existé où l'on pouvait conserver ou engraisser des poissons ou crustacés (langoustes notamment) [1]. À la fin du XX^e siècle et au début du XXI^e siècle, la production aquacole mondiale augmente de façon spectaculaire, notamment pour les saumons et truites, pour les crustacés, les moules, les palourdes et les ormeaux dans les années 2000, non sans impacts environnementaux, directs et indirects. Le développement de vaccins a pu localement fortement réduire les teneurs des effluents en antibiotiques. Une controverse importante persiste sur les poissons OGM inventés en France et développés au Canada, mais non autorisés sur le marché alimentaire[2]. L'aquaculture a contribué au développement ou à la circulation de maladies qui sont redoutées des aquaculteurs en raison des pertes qu'elles peuvent occasionner.

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

La production d'énergie basée sur l'énergie solaire photovoltaïque possède un potentiel important parmi toutes les énergies renouvelables disponibles. Elle est propre, silencieuse, gratuite et disponible sur une grande partie du globe terrestre, en plus de l'absence de risque

Introduction Générale

d'épuisement. Son exploitation sur l'échelle planétaire dépasse les centaines de gigawatt et pourra être dans le futur, la première source de l'énergie électrique.

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

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

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

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

Dans le deuxième chapitre, on a procédé à une présentation du site et ses besoins énergétiques.

Le troisième chapitre, à pour but de dimensionner un système photovoltaïque autonome d'une manière analytique d'une part et à l'aide du logiciel de simulation (**PVsyst**) d'autre part. on a débuté par un dimensionnement individuel à savoir: l'écloserie , l'hangar de pré-grossissement, l'hangar de grossissement, le poste de sécurité et locale adjacent de pompage

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

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

Chapitre I :
Généralités sur l'aquaculture
Et
Les systèmes photovoltaïque

I. Généralité sur l'aquaculture

I.1. Définition de l'aquaculture

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques. Il s'agit d'une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes d'élevage intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend les différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées. [3]

Le développement de l'aquaculture devient un besoin impératif pour la préservation et la diversification des ressources halieutiques de plus en plus menacées par des facteurs humains et climatiques. En effet, en raison des changements climatiques, de la pollution mais aussi de la surpêche, l'aquaculture s'avère être l'une des meilleures options pour promouvoir une pêche durable. [3]

I.2. Objectifs de l'aquaculture

L'objectif essentiel, au sens commun, des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de l'élément aquatique, c'est à dire la production pour la consommation humaine d'aliments riches en protéines. Elle intéresse en fait à traiter les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d'espèces bénéfique à l'homme. Les objectifs de l'aquaculture sont cependant relativement variés selon le contexte économique dans lequel ils s'inscrivent. [4]

Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante. En Europe occidentale et au Japon c'est le Saumon, la Truite, le Loup, la Daurade, les Algues, Crevettes, Perles, ... En outre, dans ces pays il y a une forte demande sur les produits ayant des caractéristiques de meilleur qualité et diététiques (faible teneur en graisse, richesse en vitamines et oligoéléments.). Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante du fait de la surpopulation ou de la désertification des sols. L'Inde, par exemple, connaît une production d'espèces tropicales très appréciées [3]

I.3. Les différentes formes de l'aquaculture

Il existe trois formes notables : aquaculture de repeuplement, aquaculture d'aménagement et aquaculture de production intensive.[5]

a) Aquaculture de repeuplement :

Elle consiste à introduire dans les milieux peu productifs, soit pour des causes géologiques, soit par les activités maladroites de l'homme (surpêche, pollution, surexploitations des ressources naturelles...), des espèces en mesure de reconstituer la richesse naturelle et potentielle de ces milieux.

b) Aquaculture d'aménagement :

Il s'agit de mettre en valeur extensivement les régions à haute productivité naturelle (hauts fonds littoraux, estuaires, lagunes,...) dont les équilibres écologiques spontanés entraînent la constitution de biomasses surtout algales inutilisables par l'humain.

c) Aquaculture de production intensive :

Elle consiste à produire des protéines prêtes à être commercialisées à partir d'élevage aquatique et dans les conditions économiques favorables pour l'exploitant. Il s'agit donc d'une activité purement industrielle.

I.4. Les branches de l'aquaculture

I.4.1. La pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui correspond à l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. Cette invention trouve ses racines en Chine, en effet le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473. Deux familles principales de pisciculture sont à noter :

- La production en étang, grâce à laquelle les poissons se nourrissent de façon complète ou partielle dans un bassin en terre à partir de la production biologique du milieu.
- La production intensive en bassin artificiel ou cages, dans lesquels les poissons se nourrissent exclusivement avec de l'aliment fourni par le pisciculteur.

Le poisson consommé dans le monde provient majoritairement de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les carpes, suivies du Tilapia, des Salmonidés et des siluriformes. [4]

I.4.2.La conchyliculture

La conchyliculture est une activité traditionnelle qui s'exerce sur des parcelles concédées par l'État sur le domaine maritime[4].

Elle concerne les activités suivantes :

- L'ostréiculture c'est-à-dire l'élevage des huîtres ;
- La mytiliculture soit l'élevage des moules ;
- La cérastoculture qui correspond à l'élevage des coques ;
- La vénériculture c'est-à-dire l'élevage des palourdes ;
- La pectiniculture soit l'élevage des coquilles Saint-Jacques et autres pectinidés ;
- Et enfin, l'halioticulture qui représente la culture des ormeaux.

I.5. L'aquaculture dans le monde

La production totale de poisson à l'échelle mondiale devrait atteindre 196.3Mt en2028, soit une augmentation de 14% par rapport à la période de référence (moyenne des années2016-18) et une production supplémentaire de 24.1Mt de produits halieutiques et aquacoles en termes absolus (Fig01). Bien que la croissance de la production se poursuive, son accélération et sa valeur absolue continuent de se contracter. En termes absolus, la croissance de la production halieutique et aquacole mondiale sur la période devrait atteindre 51% de celle enregistrée au cours de la décennie passée, durant laquelle la production mondiale annuelle avait augmenté de 32.2Mt [5].

L'aquaculture restera le principal artisan de cette croissance, avec une production qui devrait augmenter de 2Mt par an en moyenne, pour atteindre 102.2Mt en2028, soit une progression de 28% sur la période de projection. Certes, la production aquacole fera date en 2027-2028 en passant pour la première fois la barre des 100Mt, mais son taux de croissance annuelle devrait continuer de ralentir sur les dix prochaines années, à moins de la moitié de ce qu'il était au cours de la décennie passée (2.0% contre 4.6%). Cet essoufflement est dû en grande partie à l'effet modérateur qu'aura le plan quinquennal actuel de la Chine sur la croissance de la production aquacole du pays. Celle-ci devrait augmenter de 24% sur les dix prochaines années, soit moitié moins qu'au cours de la décennie passée (54%)[6].

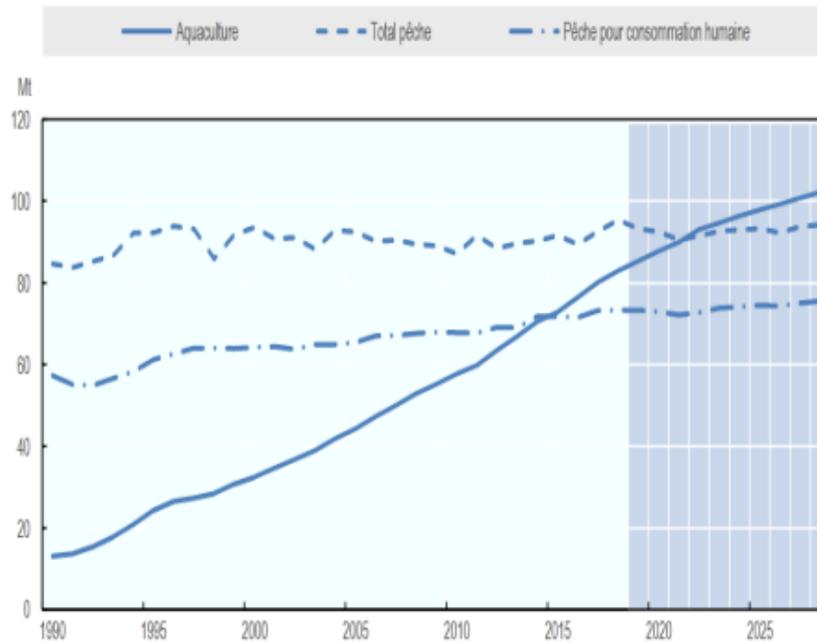


Figure (01) : PRODUCTION AQUACOLE MONDIALE[6].

I.6. L'aquaculture en Algérie

I.6.1. Historique

L'aquaculture en Algérie est apparue vers la fin du 19ème siècle. Selon le biologiste français « Novella », les premiers essais remontent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew [4]

D'après le ministère de la pêche et des ressources halieutiques, le développement de l'aquaculture en Algérie peut se résumer comme suit :

- En **1921**: on remarque la création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail avec pour but le repérage des meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture.
- En **1937**: on remarque le lancement de la station d'alevinage.
- En **1947**: la station Mazafran a vu le jour, dans l'optique de repeuplement en poissons d'eau douce et de recherches hydro-biologiques.
- En **1973**: la mise en valeur du lac El mellah pour l'installation des tables conchylicoles.
- En **1983/1984**: Début des premiers travaux de réalisation d'une éclosérie de loup au lac El mellah.

- En **1989**: Implantation d'une éclosérie mobile à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves). Une autre éclosérie de carpes à double capacité que la première a été implantée à Mazafran.
- En **1991**, la valorisation de l'infrastructure hydrique par la pisciculture.
- En **2000**: la création d'un comité national autour de l'Aquaculture en Algérie ; ce qui a garanti des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi un établissement du plan national d'aquaculture en Algérie.
- En **2001**: le début de la première campagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus large des sites aquatiques à travers tout le pays (les villes côtières, les villes d'intérieur, le sud algérien).

Selon le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) l'activité aquacole est primordiale. En fait, plusieurs stations expérimentales pour l'élevage de poisson en eau de mer et en eau douce à travers le territoire national ont été installées en vue de développer les techniques d'élevage aquacole approprié et propice à l'environnement local pour les transmettre aux investisseurs qui souhaiteraient installer leur propre fermes,(fig2). En plus des stations spécialisées en pisciculture (élevage de poissons) et conchyliculture (moules...), il a développé la filière crevetticulture, portant sur une espèce d'un grand intérêt commercial.

D'après les prévisions du ministère de la pêche et des productions halieutiques, la production aquacole nationale (élevage dans les barrages, en eau de mer et fermes aquacoles) devrait toucher 8000 tonnes en fin 2022, soit une augmentation de 67% comparé à l'année précédente



Figure (I.2) : les stations aquacultures en Algérie. (CNRDPA,2023).

I.7. Le potentiel biologique :

L'Algérie dispose d'un potentiel biologique tant considérable que diversifié.

Plus d'une vingtaine d'animaux aquatiques peuvent développer en aquaculture.

Tableau(1): principales espèces aquatiques peuvent développer en aquaculture en Algérie[7].

Espèce	Nature de milieu	Régime alimentaire	Origine	Types d'élevages
Carpe commune Hypophthalmichthys molitrix	Eau douce	Omnivore	Chine	Mode semi-intensif à intensif
Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chine	Mode semi-intensif à intensif
Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine	Mode semi-intensif à intensif
Barbeau (Barbus Barbus)	Eau douce	Omnivore	Autochtone	
Anguille (Anguilla Anguilla)	Eau saumâtre	Carnivore	Autochtone	Mode intensif
Tilapia (Oreochromis niloticusà)	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)	Mode extensif
Loup (Anarhichas lupus)	Eau de mer	Carnivore	Autochtone	Elevage intensif (en bassins construits en dures)
Truite (salmo trutta)	Eau douce	Carnivore	Autochtone	
Sandre (Sandre Lucioperca)	Eau douce	Carnivore	Hongrie	Mode extensif
Dorade (Sparus Aurata)	Eau de mer	Carnivore	Autochtone	Elevage intensif (en bassins construits en dures)
Gardon (Rutilus Rutilus)	Eau douce	Carnivore	Autochtone	
Poisson chat (Ameiurus Melas)	Eau douce	Carnassier	Europe	
Huître (Ostrea Angasi)	Eau de mer	Eau de mer	Autochtone	La conchyliculture (En filière)

I.8. Généralités sur les systèmes photovoltaïques

I.8.1. Energie solaire photovoltaïque

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

I.9. Composants du système photovoltaïque :

I.9.1. Le générateur photovoltaïque :

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

I.9.2. Technologies et types de cellules photovoltaïque à base de silicium :

Il existe trois types principaux de cellules :

a- Les cellules mono-cristalline

La cellule monocristalline qui s'approche le plus du modèle théorique : cette cellule est effectivement composée d'un seul cristal divisé en deux couches. [8]

Ces cellules souffrent néanmoins des inconvénients :

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

b- Les cellules polycristallines

Les cellules polycristallines sont composées d'un agglomérat de cristaux. Elles aussi proviennent du sciage de blocs de cristaux, mais ces blocs sont coulés et sont dès lors hétérogènes. [8]

Les cellules poly- cristallines est caractérisées par :

- Coût de production moins élevé.
- Procédé moins gourmand en énergie.
- Rendement de 13 % et jusqu'à 20 % en labo. [9]

c- Les cellules amorphes

Le silicium amorphe, apparu en 1976. Sa structure atomique est désordonnée, non cristallisée, mais il possède un coefficient d'absorption supérieur à celui du silicium cristallin. Cependant, ce qu'il gagne en pouvoir d'absorption, il le perd en mobilité des charges électriques (rendement de conversion faible). [8]

- Coût de production bien plus bas.
- Rendement de seulement 6 % par module et de 14 % en labo.
- Fonctionne sous très faible éclaircissement. [9]



Figure (I-3): Les différents types des cellules photovoltaïques [9]

III.2.1.2. Comportement d'un générateur photovoltaïque

a- Influence de l'ensoleillement

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

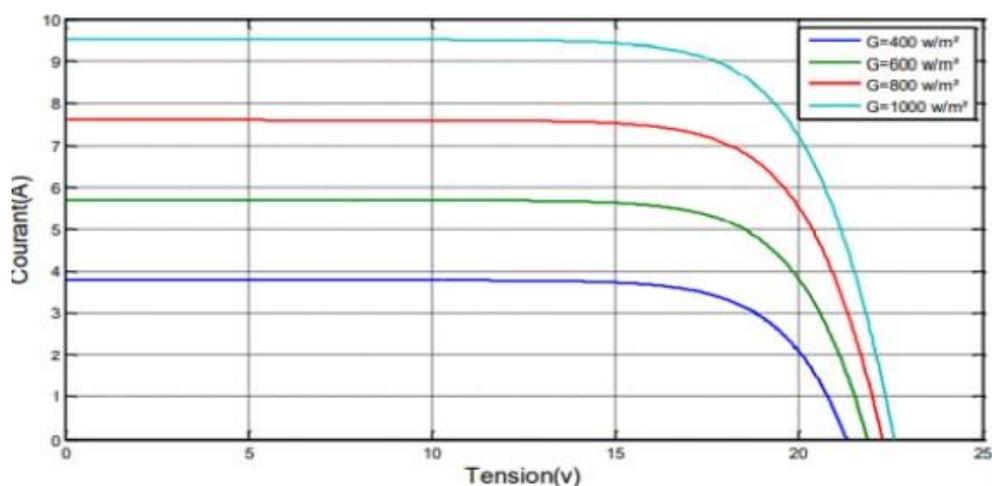
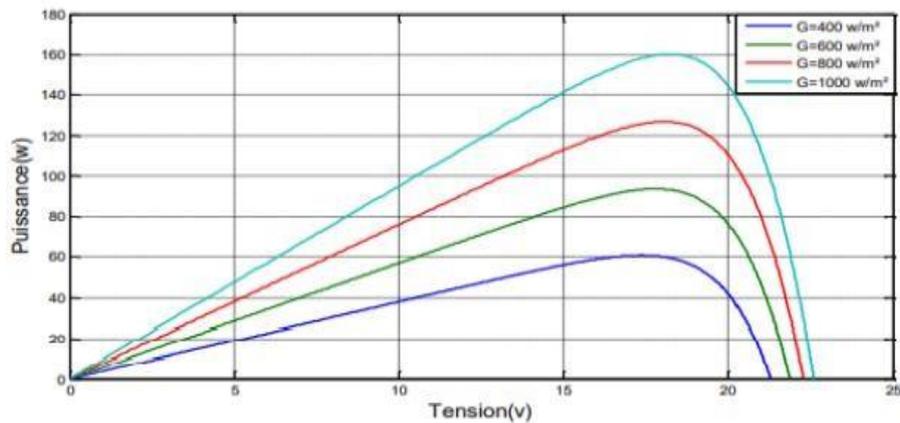


Figure (I-4): Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante [10]



Figure(I-5) : Variation de P(V) d'un générateur photovoltaïque pour une température constante [10].

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

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

b- Influence de la température

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

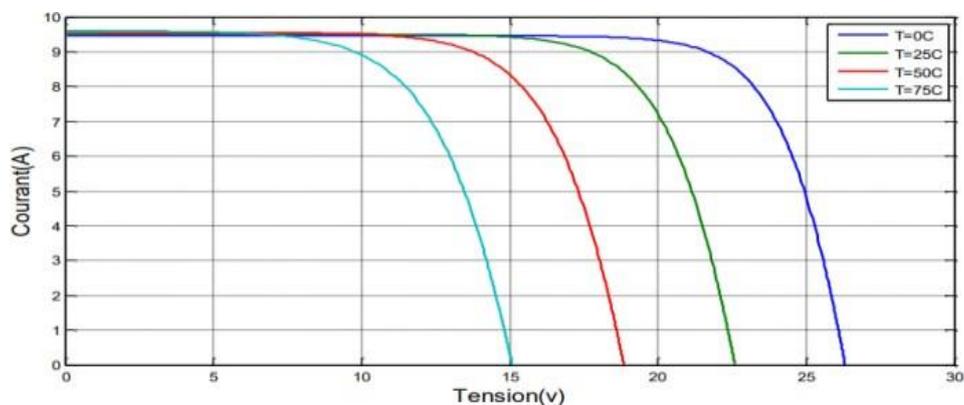


Figure (I-6): Variation de I(V) d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante [10]

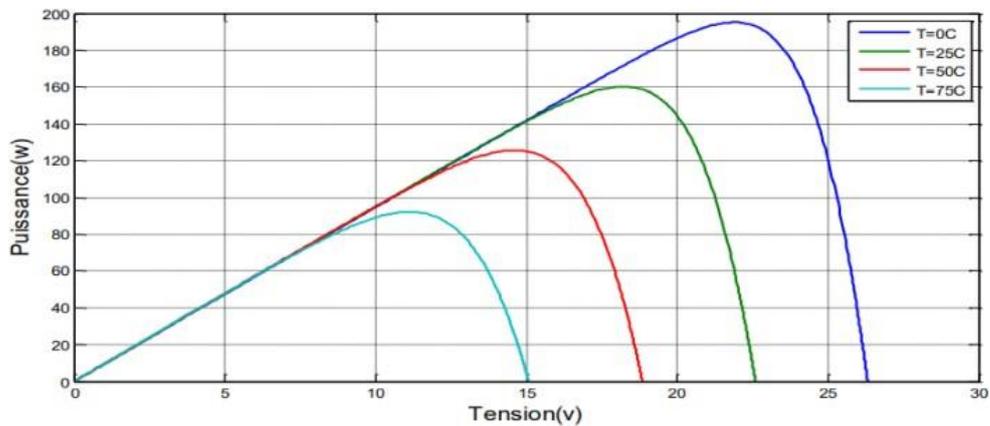


Figure (I-7) : Variation de $P(V)$ d'un générateur photovoltaïque pour une irradiation constante [10]

Nous remarquons que la température a une influence négligeable sur la valeur du courant de court-circuit. Par contre, la tension en circuit ouvert baisse assez fortement lorsque la température augmente.[10]

I.9.2. L'Onduleur

Un onduleur est un convertisseur statique assurant la conversion d'énergie électrique de la forme continue (DC) à la forme alternative (AC) (Figure.8). C'est la fonction inverse d'un redresseur. En fait, cette conversion d'énergie est assurée à l'aide d'un dispositif de commande (semi-conducteurs). Il permet d'obtenir aux bornes du récepteur une tension alternative réglable en fréquence et en valeur efficace. La tension de sortie d'un onduleur a une forme d'onde périodique qui n'est pas sinusoïdale, mais qui peut être très proche de la forme d'onde souhaitée [10].

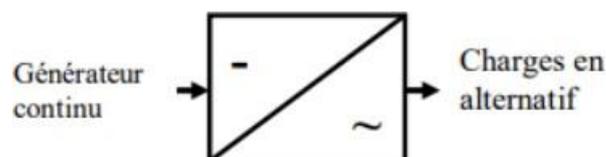


Figure (I-8) : conversion DC / AC [10]

I.9.2.1. Fonctionnement

La création d'une sinusoïde à partir d'une tension continue s'obtient grâce à des impulsions de tension de largeur bien déterminée, cette technologie fait appel à la MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion) ou PWM (Pulse width Modulation) [10].

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

I.9.2.2. Types des onduleurs

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

a- Onduleurs à branche standard (Standard String Inverters)

Un onduleur de branche est une unité autonome, généralement installée près de votre boîte à fusibles et de votre compteur électrique, et qui crée du courant alternatif (CA) à partir de chaînes de panneaux. Un onduleur de branche est un onduleur central avec des entrées pour des "branches" de panneaux à faire fonctionner en une seule unité. Les panneaux sont câblés en série, et l'extrémité de la chaîne se branche sur l'onduleur. Les onduleurs en chaîne peuvent comporter plusieurs entrées. Un onduleur à chaîne standard ne permet pas à lui seul d'intégrer une batterie. Vous devrez installer un onduleur de batterie séparé [10]



Figure (I-9): Onduleurs à branche standard [10]

b- Les onduleurs de batterie

Les onduleurs de batterie sont responsables de la charge et de la décharge de l'électricité stockée dans une batterie solaire. Les onduleurs de batterie sont souvent installés à côté d'un onduleur de chaîne standard, avec lequel il sera couplé en courant alternatif [10].

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



Figure (I-10): Onduleur solaire de batterie [10]

c- Onduleur hybride :

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

Ce système permet aussi de choisir si l'électricité provenant des panneaux photovoltaïques doit être stockée ou consommée par un appareil piloté grâce à une intelligence interne [10].

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



Figure (I-11): Onduleur hybride [10]

d- Onduleurs de réseau :

Un onduleur connecté au réseau convertit un courant continu (DC) en un courant alternatif (AC) adapté à l'injection dans un réseau électrique. Les onduleurs de couplage au réseau sont utilisés entre les producteurs d'électricité locaux : panneau solaire, éolienne, hydroélectrique et le réseau [10].

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

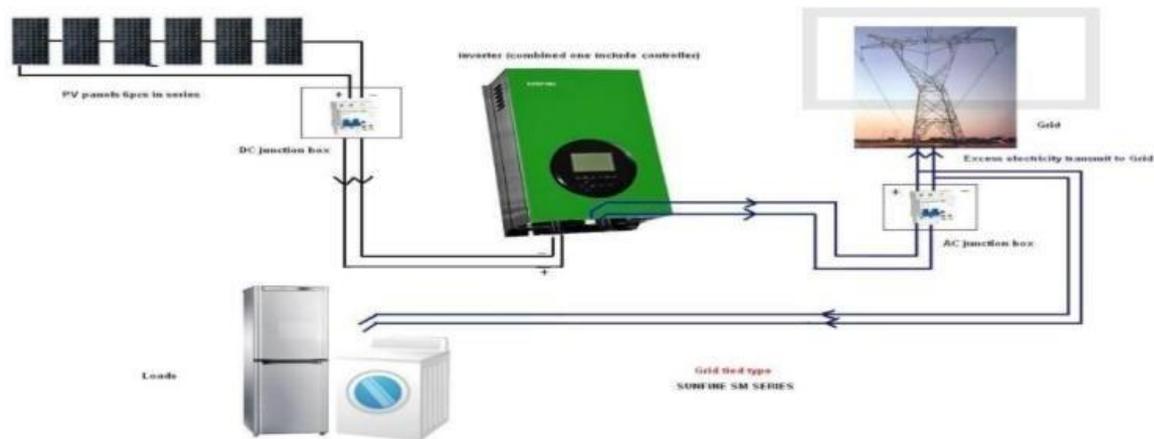


Figure (I-12) : Onduleur connecté au réseau pour un système solaire [10]

Ces types des onduleurs sont divisés en deux familles :

- Onduleurs monophasés
- Onduleurs triphasés

- **Raccordement monophasé**

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

- **Raccordement triphasé**

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

I.9.3. Les Batteries

Les batteries solaires stockent l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques afin d'assurer l'alimentation électrique en toutes circonstances (jour ou nuit, ciel dégagé ou couvert). Une batterie utilisée avec des panneaux solaires est une batterie à décharge lente. Ces batteries sont spécifiquement conçues pour les applications solaires. Elles se déchargent plus

progressivement et supportent mieux les décharges fréquentes peu profondes. Des batteries de tensions différentes : il existe des batteries solaires fonctionnant en 2 V, 6 V ou 12 V. La capacité (en Ampères heure, Ah) est inversement proportionnelle à la tension : les batteries ayant la capacité de stockage la plus élevée sont les batteries 2V [11].

I.9.3.1. Les caractéristiques des batteries

a- Capacité en Ampère heure

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

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

b- La durée de vie

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

c- La capacité d'une batterie

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

d- L'état de charge

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

e- L'autodécharge

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

f- Profondeur de décharge

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

g- La tension d'utilisation

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

h- Le rendement

C'est le rapport entre l'énergie électrique restituée par l'accumulateur et l'énergie fournie à l'accumulateur.[12]

I.9.3.2. Les différents types de batteries solaires maison

a- Les batteries solaires au plomb

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

➤ La batterie plomb ouvert :



Figure(I-13) : La batterie plomb ouvert [13]

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

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

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

➤ **La batterie solaire AGM :**



Figure (I-14) : La batterie solaire AGM [13]

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

performances en soient affectées.

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

➤ **La batterie solaire Gel :**



Figure(I-15): La batterie solaire Gel [13]

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

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

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

faudra également la conserver dans un lieu frais ou climatisé

b- La batterie solaire maison lithium :



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

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

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

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

Leur principal inconvénient, du moins pour le moment, est qu'elles sont nettement plus onéreuses que les batteries au plomb pour un stockage identique, ce qui en font un investissement encore peu rentable aujourd'hui [13]

I.9.4. Le Régulateur

Le régulateur de charge/décharge est l'électronique entièrement automatique à laquelle sont reliés le panneau photovoltaïque, la batterie, ainsi que les équipements destinataires de l'électricité solaire. Sa fonction principale est de contrôler l'état de la batterie. Il autorise la

charge complète de celle-ci en éliminant tout risque de surcharge et interrompt l'alimentation des destinataires si l'état de charge de la batterie devient inférieur au seuil de déclenchement de la sécurité anti décharge profonde. Prolongeant ainsi la durée de vie de la batterie qui est le seul composant fragile du générateur photovoltaïque. Ils n'utilisent plus de relais mécaniques. On trouve généralement sur leur face avant deux diodes électroluminescentes (LED) qui renseignent l'une sur l'état de charge de la batterie et l'autre sur l'état de fonctionnement de tout le générateur et leur propre consommation d'énergie est réduite (faible auto consommation).[14]



Figure (I-17): Régulateur de charge [14]

I.9.4.1.Principe de fonctionnement des régulateurs

Le régulateur de charge assure plusieurs fonctions :

- Régulation de la charge de la batterie par limitation de la tension pour protéger la batterie contre la surcharge.
- Limitation de la décharge par délestage de l'utilisation, pour protéger la batterie contre les décharges trop profondes risquant d'endommager la batterie.
- Contrôle du fonctionnement du système par voyant ou affichage LCD. Il doit être installé au plus près de la batterie pour limiter la longueur des câbles et donc les pertes d'énergies. Il est préférable de choisir un emplacement hors gel, au sec et ventilé. Se référer à la notice fabricant. [9].

I.9.4.2. Différents types de régulateurs

a- Régulateur shunt

C'est le modèle le plus répandu car simple à fabriquer. Le principe du circuit est un simple

aiguillage : tout le courant du panneau passe normalement dans la batterie et lorsque le seuil de coupure est atteint, tout le courant passe dans l'interrupteur (peut être MOSFET, transistor bipolaire.) [15].

b- Régulateur shunt linéaire

Ce type de régulateur maintient une tension constante aux bornes de la batterie lorsque celle-ci atteint sa pleine charge. La puissance non utilisée du panneau en fin de charge doit être dissipée par le transistor en parallèle [15].

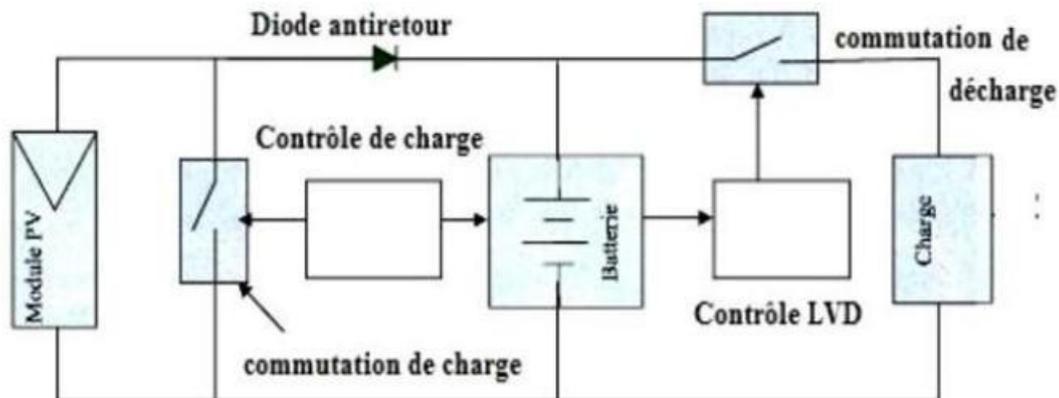


Figure (I-18) : Schéma du régulateur shunt [15]

c- Régulateur série

Ce régulateur devient de plus en plus répandu et devrait à terme supplanter le régulateur shunt. L'interrupteur de charge est ici en série avec la batterie et il s'ouvre lorsque la fin de charge est atteinte [15].

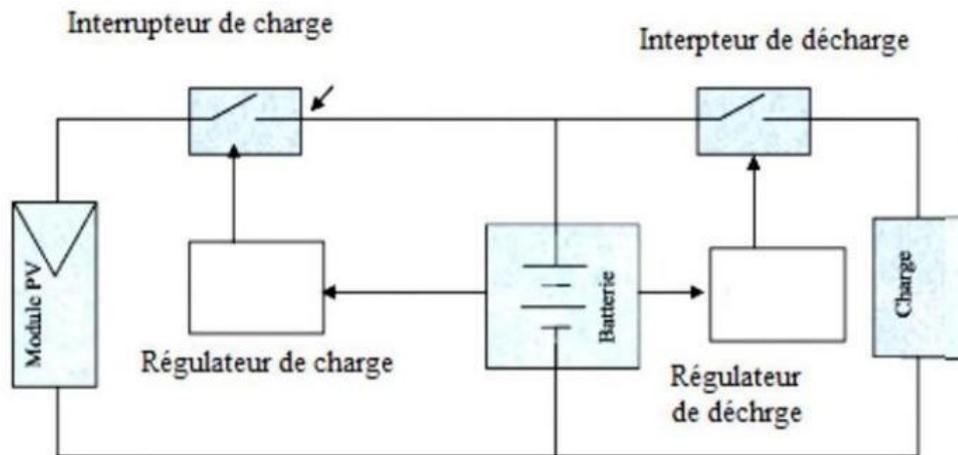


Figure (I-19):Schéma du régulateur série [15]

d- Régulateur PWM

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

e- Régulateur MPPT

Dans ce régulateur, un circuit mesure en permanence la tension et le courant du panneau pour tirer de l'énergie au point de puissance maximal (MPPT, max power tracker). Ceci permet de garantir que le maximum d'énergie sera récupéré, quels que soient la température et l'ensoleillement. De plus les régulateurs proposent parfois d'autres fonctions comme la compensation en température et le temporisateur de connexion de charges (allumage des lampes par exemple), ampèremètre [15]

I.9.5. Les types des systèmes photovoltaïques

On rencontre généralement trois types de systèmes photovoltaïques :

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

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

I.9.6. Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau

Ce sont des systèmes qui injectent de l'électricité solaire au réseau de distribution électrique. Selon le type d'installation, le producteur – consommateur consomme une partie de l'électricité produite et injecte le surplus de production au réseau, ou alors injecte la totalité de sa production au réseau.[12]

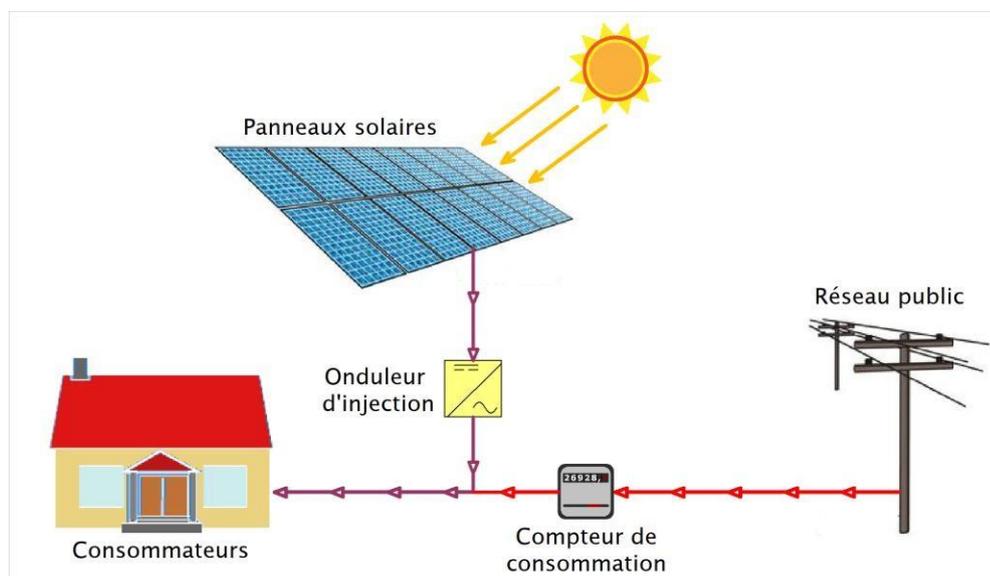
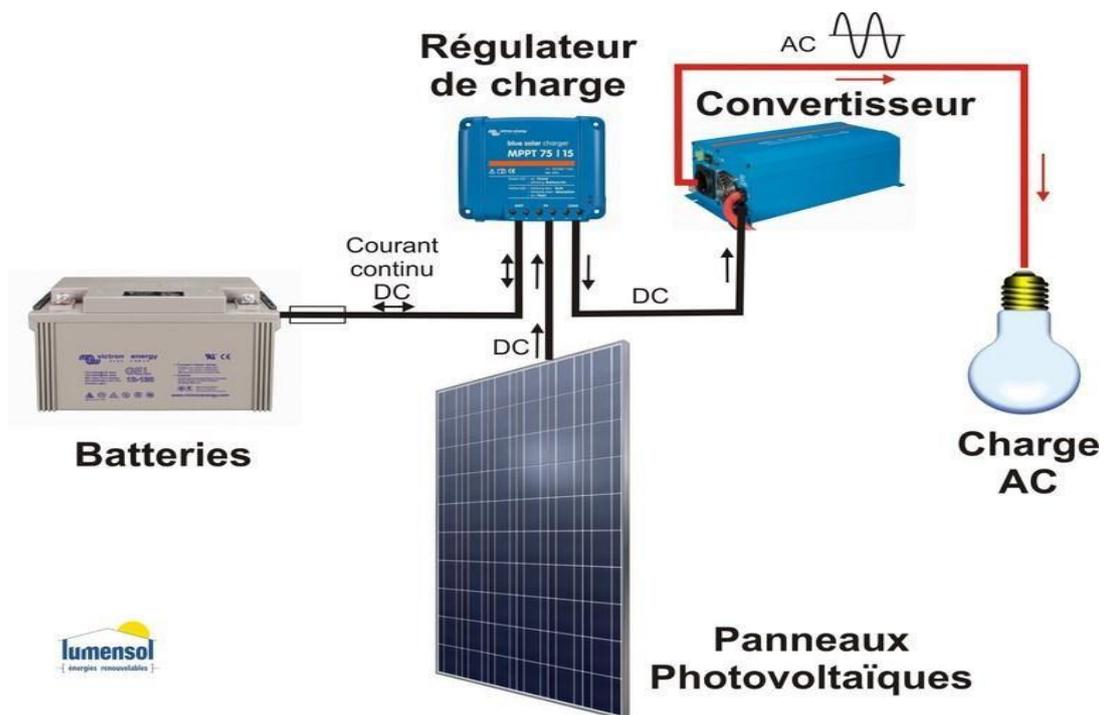


Figure (I-20): Systèmes photovoltaïque connectés au réseau sans batteries [12]

I.9.7. Les systèmes photovoltaïques autonomes

Les systèmes photovoltaïques autonomes dépendent uniquement de l'énergie solaire pour répondre à la demande d'électricité. Deux types de systèmes se distinguent selon l'utilisation ou non d'un système de stockage d'énergie.[12]

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



I.9.7. Les systèmes photovoltaïques autonomes

Les systèmes photovoltaïques autonomes dépendent uniquement de l'énergie solaire pour répondre à la demande d'électricité. Deux types de systèmes se distinguent selon l'utilisation ou non d'un système de stockage d'énergie.[12]

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

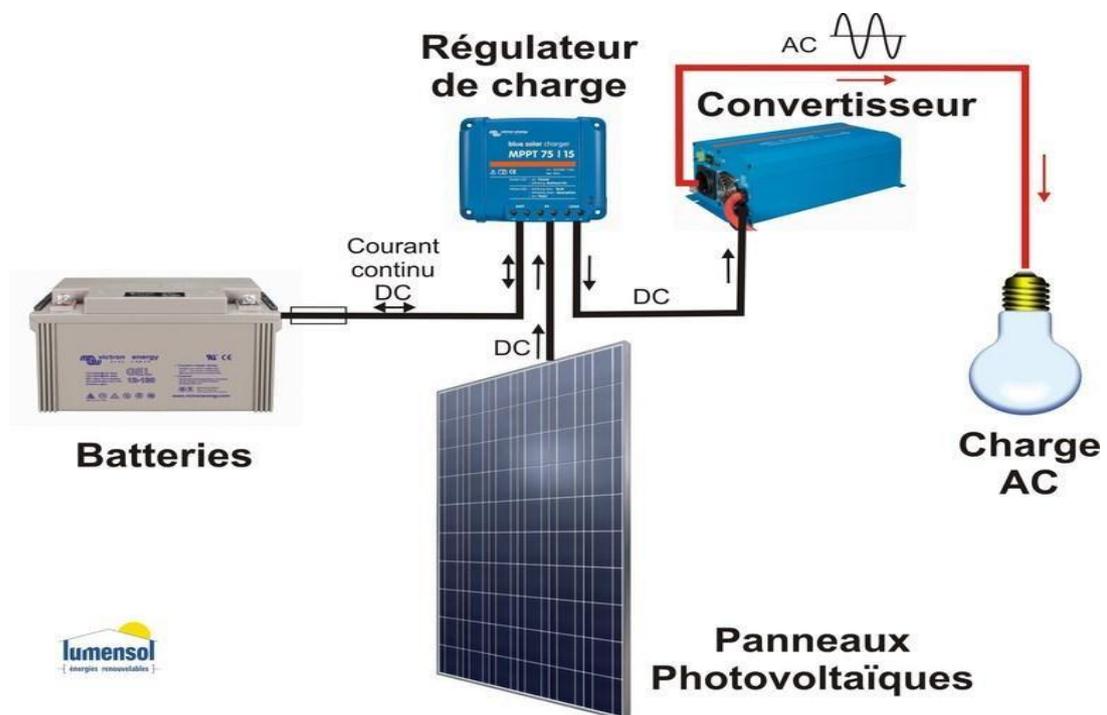


Figure (I-21) : les systèmes photovoltaïques autonomes (avec batterie) [12]

– Système autonome sans système de stockage d'énergie

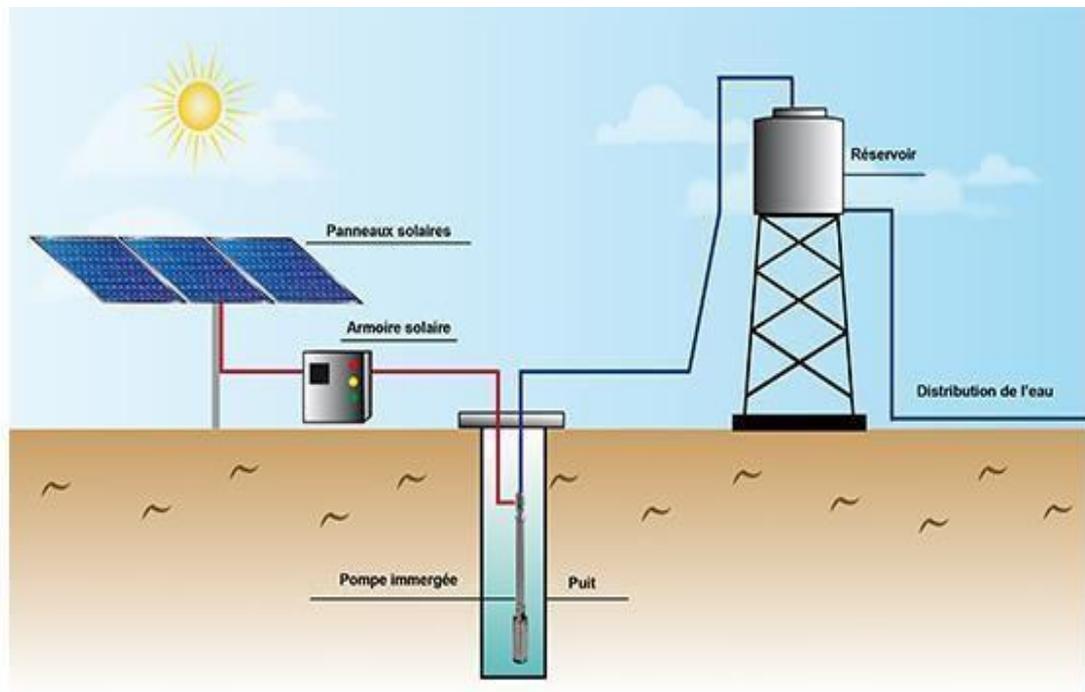


Figure (I-22): les systèmes photovoltaïques isolé sans batterie (pompage solaire) [12]

I.9.8. Les systèmes solaires hybrides

Les systèmes solaires hybrides produisent de l'électricité de la même manière qu'un système solaire ordinaire raccordé au réseau, mais utilisent des onduleurs et des batteries hybrides spéciaux pour stocker l'énergie en vue d'une utilisation ultérieure. Cette capacité de stockage d'énergie permet à la plupart des systèmes hybrides de fonctionner également comme une alimentation de secours en cas de panne.[8]



Figure (I-23) : Les systèmes solaires hybrides [8]

Chapitre I : Généralité sur l'aquaculture Et Les système photovoltaïques

Conclusion

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

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

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

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

Chapitre 02:

Présentation et description du site
étudié.

Chapitre II : Présentation et description du site étudié

Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter le site étudiée (La station aquacole de pisciculture continentale), en plus des besoins électriques de chaque bâtiment.

II.1. Présentation du site:

La présente étude concerne une station expérimentale de pisciculture continentale du Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture CNRDPA . Il s'agit de la ferme de Boukaïs située dans la Wilaya de Bechar, destinée à la production de 100 tonnes de poisson d'eau douce (80t de Tilapia et 20t de mullet et carpe).

II.1.1. Situation géographique du site :

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

Tableau (II-1): Situation géographique du site

SITUATION		Boukaïs
COMMUNE DE		Boukaïs
DAIRA DE		Boukaïs
WILAYA DE		Bechar
CONTENANCE TOTALE DU SITE		03 ha
SUPERFICIE NECESSAIRE		41000m ²
FORME JURIDIQUE DU TERRAIN		Etatique par décision n° 55 du 14 janvier 2008
	NORD	Terrain inoccupé
LIMITES	SUD	Terrain inoccupé
	EST	Terrain inoccupé
	OUEST	Terrain inoccupé
ACCES		Piste carrossable
Nature géologique du terrain		Sableux graveleux
Ressources hydrologiques au niveau du terrain		01puit et 01 forage
Latitude		32.066°
Nord Longitude		2.249°



Figure (II.1) : Localisation géographique de la station. (google maps).

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

➤ **L'inclinaison** est l'angle entre le plan du panneau solaire et le sol.

Un panneau incliné à 0° est à plat contre le sol ou horizontal, un panneau à 90° est à la verticale.

➤ **L'orientation** est l'angle entre le panneau solaire et l'axe plein Sud. À 0° l'angle d'orientation correspond à un panneau faisant face au Sud, à 90° à l'Est ou l'Ouest, à 180° au Nord. [16]

II.2.1. L'orientation des modules photovoltaïques

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

II.2.2. L'inclinaison des modules photovoltaïques

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

- Une inclinaison de 0° signifie que le module est à plat.
- Une inclinaison de 90° signifie que le module est à la verticale. Pour un captage annuel, l'angle d'inclinaison du capteur est fixé à la latitude de lieu. [8]

II.3. Les besoins électriques :

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

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

Chapitre II : Présentation et description du site étudié

➤ *La consommation électrique journalière de la base de vie :*

Tableau (II-3): besoin électrique journalière de la base de vie

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance Totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
L'imprimante /photocopieuse	02	400	0.5	800	400
Les ordinateurs de bureaux	02	250	8	500	4000
Climatiseur	02	3000	8	6000	48000
Suppresseur	01	1850	3	1850	5550
Frigidaire	01	35	24	35	840
Machine a laver	01	2000	1	2000	2000
Compresseur	02	750	24	1500	36000
Lampes LED	30	13	24	390	9360

➤ *La consommation électrique journalière du bâtiment d'écloserie :*

Tableau(II-4): besoin électrique journalière du bâtiment d'écloserie

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
<i>Pompe –Grande-</i>	01	7500	24	7500	180000
<i>Pompe –Petite-</i>	02	70	24	140	3360
<i>Lampes LED</i>	06	13	24	78	1872
<i>Lampes Néon</i>	18	18	24	324	7776

Chapitre II : Présentation et description du site étudié

➤ *La consommation électrique journalière du bâtiment de pré-grossissement :*

Tableau (II-5): besoin électrique journalière du bâtiment de pré-grossissement

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
<i>Pompe –Grande-</i>	01	7500	24	7500	180000
<i>Pompe –Petite-</i>	03	70	24	210	5040
<i>Lampes Néon</i>	10	18	24	180	4320

➤ *La consommation électrique journalière de la station de filtration + Pompage d'eau :*

Tableau (II-6): besoin électrique journalière de la station de filtration + Pompage d'eau

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
<i>Pompe immergée</i>	01	5880	08	5880	47040
<i>Pompe –Grande-</i>	01	7500	24	7500	180000
<i>Lampes Néon</i>	04	18	24	72	1728

Pompe immergée (7.8 ch): Elle remplit la grande bache d'eau automatiquement.

Pompe –Grande- : Elle assure la distribution de l'eau aux différents locaux à partir de la bache d'eau.

➤ *La consommation électrique journalière du poste de sécurité :*

Tableau (II-7): besoin électrique journalière du poste de sécurité

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
<i>Climatiseur</i>	01	3000	08	3000	24000
<i>Lampes Néon</i>	02	18	24	36	864

Chapitre II : Présentation et description du site étudié

➤ **Les besoins électriques totaux de la station :**

Tableau (II-8): besoins électriques totaux de la station

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh/jour)</i>
L'imprimante photocopiee	02	400	0.5	800	400
Les ordinateurs du bureau	02	250	08	500	4000
Climatiseur	03	3000	08	9000	72000
Suppresseur	01	1850	03	1850	5550
Frigidaire	01	35	24	35	840
Machine a laver	01	2000	01	2000	2000
Compresseur	02	750	24	1500	36000
Pompe-Grande	03	7500	24	22500	540000
Pompe -Petite	05	70	24	350	8400
Pompe immergeé	01	5880	08	5880	47040
Lampes LED	36	13	24	468	11232
Lampes Néon	34	18	24	612	14688

II.4. Ombrage ou repérage des masques

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

II.4.1. Les masques lointains

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



Figure (II.2): Les bâtiments et les montagnes de BOUKAIS représentent un masque lointain.

II.4.2. Les masques proches

Les masques proches peuvent être d'arbres, de cheminées et des poteaux électriques...

Chapitre II : Présentation et description du site étudié

Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté les emplacements des différents bâtiments du site (chaque bâtiment est considéré comme un projet) et leurs caractéristiques, ainsi que les exigences en électricité pour pouvoir réaliser le dimensionnement du site.

Nous avons choisi de considérer chaque bâtiment comme projet a lui seul afin de permettre à l'institution de choisir l'installation photovoltaïque étape par étape (suivant le budget alloué).

CHAPITRE 03:

Dimensionnement et
installation
du système photovoltaïque.

III. Dimensionnement du système photovoltaïque

III.1. Introduction

Le dimensionnement reste une étape importante dans la réalisation d'un système photovoltaïque. Dimensionner un système PV, c'est déterminer tous les éléments de la chaîne PV : taille du générateur, capacité de stockage, nombre de batteries, régulateur de charge et onduleur. Le courant alternatif peut être fourni.

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

III.2. Les logiciels utilisés pour faire le dimensionnement

III.2.1. Présentation de PVsyst

PVsyst V7.2 est un logiciel PC pour l'étude, le dimensionnement et l'analyse des données des systèmes photovoltaïques complets. Il traite des systèmes PV connectés au réseau, autonome, de pompage et DC-réseau (transport public), et comprend de vastes systèmes PV et composants météo bases de données, ainsi que des outils généraux de l'énergie solaire. Ce logiciel est conçu pour les besoins des architectes, des ingénieurs, des chercheurs. Il est également très utile pour la formation pédagogique. PVsyst V 7.2 propose 3 niveaux d'étude du système PV, ce qui correspond à peu près aux différentes étapes du développement du projet réel [17]

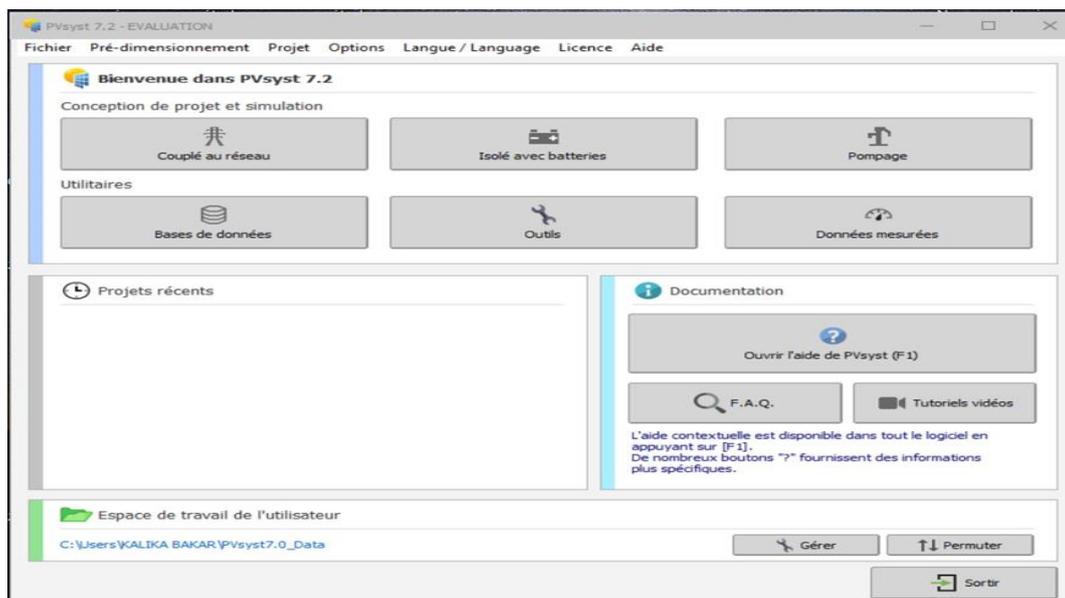


Figure (III.1): Menu principal de PVsyst [17]

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

III.3. Dimensionnement analytique :

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

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

➤ **La consommation électrique journalière de la base de vie :**

Tableau (II-3): besoin électrique journalière de la base de vie

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh)</i>
<i>L'imprimante Photocopiee</i>	02	400	0.5	800	400
<i>Les ordinateurs du bureau</i>	02	250	8	500	4000
<i>Climatiseur</i>	02	3000	8	6000	48000
<i>Suppresseur</i>	01	1850	3	1850	5550
<i>Frigidaire</i>	01	35	24	35	840
<i>Machine a laver</i>	01	2000	1	2000	2000
<i>Compresseur</i>	02	750	24	1500	36000
<i>Lampes LED</i>	30	13	24	390	9360
			Total	13075	106150

III.3.1. Tension nominale

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

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

Dans notre cas on a une puissance de 13075 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

III.3.2. Calcul de l'énergie produite requise par l'installation

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

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

Avec :

E_c : énergie consommée par jour (Wh).

E_p : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

soit :
$$E_p = 106150 / 0.8 = 132687.5 \text{ wh}$$

III.3.3. Calcul de la puissance de l'onduleur

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

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

Avec :

P_{ond} : puissance d'onduleur (w)

P_t : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 13075 * 1.25 / 0.9 = 18159.722 \text{ w}$$

- On choisi deux onduleurs off-grid de puissance 10 kW chacun et 48 V de tension du système.

III.3.4. Les nombres de batteries

III.3.4.1. Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

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

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

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

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{132687.5}{0.7 * 12} = 15796.13 \text{ Ah}$$

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

III.3.5. Détermination du nombre de batteries

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

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

$$N = \frac{15796.13}{260} = 60.75$$

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **64** batteries.

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

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :

C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :

$$\frac{64}{4} = 16 \text{ branches}$$

➤ Donc on a 4 batteries raccordées en série et 16 branches (en parallèle).

III.3.5. Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T} \quad (III-5)$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$P_c = \frac{132687.5}{7.8} = 17011.21 \text{ Wc}$$

III.3.5.1. Le nombre des panneaux total du la station :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau (III-1) : les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η: Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{17011.21}{0.8 * 345} = 61.63$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **62 panneaux.**

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

- La tension de système est 48 v, donc on prendra 2 panneaux en série et 31 branches (en parallèles).
 - ❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque de la base de vie de la station nous avons besoin de :
 - 2 onduleurs solaires de 10 KW et 48 V
 - 64 batteries solaires de 12 v et 260Ah
 - 62 panneaux solaires de 345 w

III.4. Comparaison et étude technico-économique d'un système photovoltaïque autonome – réseau SONELGAZ

III.4.1. Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2) : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (345w)	21000.00	62	1302000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	64	3712000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	2	400000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boite de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	62	310000.00
Structure porteuse des batteries	1000	64	64000.00
	Total		5948000.00
	Total avec 15 % installation		6840200.00

Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque de la base de vie : **6840200.00 DA**

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

➤ **La consommation électrique journalière du bâtiment d'écloserie :**

Tableau (II-4): besoin électrique journalière du bâtiment d'écloserie

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh)</i>
<i>Pompe –Grande-</i>	01	7500	24	7500	180000
<i>Pompe –Petite-</i>	02	70	24	140	3360
<i>Lampes LED</i>	06	13	24	78	1872
<i>Lampes Néon</i>	18	18	24	324	7776
			total	8042	193008

Tension nominale

Dans notre cas on a une puissance de 8042 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Calcul de l'énergie produite requise par l'installation

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

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

Avec :

E_c : énergie consommée par jour (Wh).

E_p : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

Soit
$$E_p = 193008 / 0.8 = 241260 \text{ wh}$$

Calcul de la puissance de l'onduleur

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

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

Avec :

P_{ond} : puissance d'onduleur (w)

P_t : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 8042 * 1.25 / 0.9 = 11169.44 \text{ w}$$

- Choisir deux onduleur off-grid de puissance 10 kW et 48 V.

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Les nombres des batteries

Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

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

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

EC : énergie consommée par jour (Wh/j).-

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{241260}{0.7 * 12} = 28721.42 \text{ Ah}$$

Détermination du nombre des batteries

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

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

$$N = \frac{28721.42}{260} = 110.46$$

➤ Alors le nombre de batterie est **111** batteries

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **112** batteries.

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

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :
C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :

$$\frac{112}{4} = 28 \text{ branches}$$

➤ Donc on a 4 batteries raccordées en série et 28 branches (en parallèle).

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T} \quad (III-5)$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$P_c = \frac{241260}{7.8} = 30930.76 \text{ Wc}$$

III.1.1.1. Le nombre des panneaux total du la station :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau (III-2) : les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η: Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{30930.76}{0.8 * 345} = 112.06$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **114 panneaux.**

- La tension de système est 48 v, donc on prendra 2 panneaux en série et 57 branches (en parallèles).
 - ❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque du bâtiment d'écloserie nous avons besoin de :
 - 2 onduleur solaire de 10 KW et 48 V
 - 112 batteries solaires de 12 v et 260Ah
 - 114 panneaux solaires de 345 w

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

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

Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2) : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (345w)	21000.00	114	2394000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	112	6496000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	2	400000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boîte de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	114	57000.00
Structure porteuse des batteries	1000	112	112000.00
Total			9619000.00
Total avec 15 % installation			11061850.00

Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque du *bâtiment d'écloserie* : **11061850.00 DA**

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

➤ **La consommation électrique journalière du bâtiment de pré-grossissement :**

Tableau (II-5): besoin électrique journalière du bâtiment de pré-grossissement

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh)</i>
<i>Pompe-Grande-</i>	01	7500	24	7500	180000
<i>Pompe –Petite-</i>	03	70	24	210	5040
<i>Lampes Néon</i>	10	18	24	180	4320
			total	7890	189360

Tension nominale

Dans notre cas on a une puissance de 7890 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Calcul de l'énergie produit requise par l'installation

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

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

Avec :

E_c énergie consommée par jour (Wh).

E_p : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

$$EP = 189360/0.8 = 236700 \text{ wh}$$

Calcule de la puissance de l'onduleur

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

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

Avec :

P_{ond} : puissance d'onduleur (w)

P_t : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 7890 * 1.25/0.9 = 10958.33 \text{ w}$$

- Choisir deux onduleur off-grid de puissance 10 kW et 48 V

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Les nombres des batteries

Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

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

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

EC : énergie consommée par jour (Wh/j).-

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{236700}{0.7 * 12} = 28178.57 \text{ Ah}$$

Détermination du nombre des batteries

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

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

$$N = \frac{28178.57}{260} = 108.3$$

Alors le nombre de batterie est **109** batteries

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **112** batteries.

- Le nombre des batteries raccordés en série pour un système de 48 V :

La tension du système c'est elle qui détermine le nombre des batteries raccordés en série.

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :

C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :

$$\frac{112}{4} = 28 \text{ branches}$$

- Donc on a 4 batteries raccordées en série et 28 branches (en parallèle).

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T} \quad (III-5)$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$P_c = \frac{236700}{7.8} = 30346.15 \text{ Wc}$$

Le nombre des panneaux :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau(III-1) : les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η: Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{30346.15}{0.8 * 345} = 109.94$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **110 panneaux.**

➤ La tension de système est 48 v, donc on prendra 2 panneaux en série et 55 branches (en parallèles).

❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque du bâtiment de pré-grossissement nous avons besoin de

:

- 1 onduleur solaire de 10 KW et 48 V
- 112 batteries solaires de 12 v et 260Ah
- 110 panneaux solaires de 345 w

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

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

Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2) : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (345w)	21000.00	110	2310000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	112	6496000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	1	200000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boîte de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	110	550000.00
Structure porteuse des batteries	1000	112	112000.00
	Total		9828000.00
	Total avec 15 % installation		11302200.00

Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque de *bâtiment de pré-grossissement* :

11302200.00 DA

-

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

- **La consommation électrique journalière de la station de filtration + Pompage d'eau :**

Tableau (II-6): besoin électrique journalière de la station de filtration + Pompage d'eau

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	<i>Puissance totale (W)</i>	<i>Energie (Wh)</i>
Pompe immergée	01	5880	08	5880	47040
Pompe –Grande-	01	7500	24	7500	180000
Lampes Néon	04	18	24	72	1728
			total	13452	228768

Tension nominale

Dans notre cas on a une puissance de 13452 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Calcul de l'énergie produit requise par l'installation

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

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

Avec :

E_c énergie consommée par jour (Wh).

E_p : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

$$E_p = 228768 / 0.8 = 285960 \text{ wh}$$

Calcul de la puissance de l'onduleur

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

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

Avec :

P_{ond} : puissance d'onduleur (w)

P_t : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 13452 * 1.25 / 0.9 = 18683.33 \text{ w}$$

- Choisir deux onduleur off-grid de puissance 10 kW et 48 V.

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Les nombres des batteries

Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

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

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

EC : énergie consommée par jour (Wh/j).-

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{285960}{0.7 * 12} = 34042.85 \text{ Ah}$$

Détermination du nombre des batteries

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

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

$$N = \frac{34042.85}{260} = 130.93$$

Alors le nombre de batterie est **131** batteries.

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **132** batteries.

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

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :
C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :

$$\frac{132}{4} = 33 \text{ branches}$$

➤ Donc on a 4 batteries raccordées en série et 33 branches (en parallèle).

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T} \quad (III-5)$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$P_c = \frac{285960}{7.8} = 36661.53 \text{ Wc}$$

Le nombre des panneaux :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau (III-1): les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η: Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{36661.53}{0.8 * 345} = 132.83$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **134 panneaux.**

- La tension de système est 48 v, donc on prendra 2 panneaux en série et 67 panneaux en parallèles.

- Donc pour faire une installation photovoltaïque de filtration + Pompage d'eau :
 - ❖ nous avons besoin de :
 - 2 onduleur solaire de 10 KW et 48 V
 - 132 batteries solaires de 12 v et 260Ah
 - 134 panneaux solaires de 345 w

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

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

Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2) : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (345w)	21000.00	134	2814000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	132	7656000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	2	400000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boîte de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	134	670000.00
Structure porteuse des batteries	1000	132	132000.00
	Total		11832000.00
	Total avec 15 % installation		13606800.00

➤ Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque de filtration + Pompage d'eau :

13606800.00 DA

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

➤ **La consommation électrique journalière du poste de sécurité :**

Tableau(II-7): besoin électrique journalière du poste de sécurité

Appareils	Le nombre	Puissance unitaire (w)	Le temps d'utilisation (h)	Puissance totale (W)	Energie (Wh)
<i>Climatiseur</i>	01	3000	08	3000	24000
<i>Lampes Néon</i>	02	18	24	36	864
			total	3036	24864

Tension nominale

Dans notre cas on a une puissance de 3036 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Calcul de l'énergie produite requise par l'installation

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

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

Avec :

Ec : Energie produite (Wh)

Ep : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

$$EP = 24864/0.8 = 31080 \text{ wh}$$

Calcul de la puissance de l'onduleur

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

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

Avec :

Pond : puissance d'onduleur (w)

Pt : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = *1.25/0.9 = 4216.66 \text{ w}$$

- Choisir un onduleur off-grid de puissance 10 kW et 48 V

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Les nombres des batteries

Calculer la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

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

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

EC : énergie consommée par jour (Wh/j).-

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

C_{bat} : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{31080}{0.7 * 12} = 3700 \text{ Ah}$$

Détermination du nombre des batteries

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

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

$$N = \frac{3700}{260} = 14.23$$

Alors le nombre de batterie est **15** batteries

Puisque le système utilisé est 48 v, Alors on prend le nombre de batterie est **16** batteries.

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

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :
C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :
 $\frac{16}{4} = 4$ branches

➤ Donc on a 4 batteries raccordées en série et 4 branches (en parallèle).

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T} \quad (\text{III-5})$$

T : durée d'ensoleillement (h)

$$P_c = \frac{31080}{7.8} = 3984.61 \text{ Wc}$$

Le nombre des panneaux :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau (III-1) : les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η: Rendement de panneaux (0.8)

AN :

$$N_p = \frac{3984.61}{0.8 * 345} = 14.43$$

Donc le nombre de panneaux utiliser et : **16 panneaux.**

- La tension de système est 48 v, donc on prendra 2 panneaux en série et 6 panneaux en parallèles.
 - ❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque du poste de sécurité nous avons besoin de :
 - 1 onduleur solaire de 10 KW et 48 V
 - 16 batteries solaires de 12 v et 260Ah
 - 16 panneaux solaires de 345 w

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

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

Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2) : coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (320w)	21000.00	16	336000.00
Batterie solaire (12v, 260 Ah)	58000.00	16	928000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	1	200000.00
Câblage lot	100000.00		100000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boite de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des Panneaux	5000	16	80000.00
Structure porteuse des batteries	1000	16	16000.00
Total			1720000.00
Total avec 15 % Installation			1978000.00

Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque de poste de sécurité : **1978000.00 DA**

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

➤ **Les besoins électriques total de la station :**

Tableau (II-8): besoins électriques totaux de la station

<i>Appareils</i>	<i>Le nombre</i>	<i>Puissance unitaire (w)</i>	<i>Le temps d'utilisation (h)</i>	Puissance totale (W)	Energie (Wh)
L'imprimante photocopiee	02	400	0.5	800	400
Les ordinateurs du bureau	02	250	08	500	4000
Climatiseur	03	3000	08	9000	72000
Suppresseur	01	1850	03	1850	5550
Frigidaire	01	35	24	35	840
Machine a laver	01	2000	01	2000	2000
Compresseur	02	750	24	1500	36000
Pompe-Grande	03	7500	24	22500	540000
Pompe -Petite	05	70	24	350	8400
Pompe immergee	01	5880	08	5880	47040
Lampes LED	36	13	24	468	11232
Lampes Néon	34	18	24	612	14688
				Total	742150

Tension nominale

Dans notre cas on a une puissance de 45495 W, donc ont utilisé le système de 48 V

Calcul de l'énergie produit requise par l'installation

Pour calculer l'énergie produite délivrer par le champ PV on doit deviser

l'énergie consommable totale par un facteur k :

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

Avec :

E_c énergie consommée par jour (Wh).

E_p : Energie produite (Wh)

K : coefficient de perte (0.8)

$$E_p = 742150 / 0.8 = 927687.5 \text{ wh}$$

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Calcul de la puissance de l'onduleur

Pour connaître la puissance nécessaire de l'onduleur (Pond) on doit multiplier la puissance totale de nos besoins par un facteur de correction.

Comme si de suite:

$$P_{ond} = P_t * 1.25 / \eta_{ond}$$

Avec :

Pond : puissance d'onduleur (w)

Pt : puissance total (w)

η_{ond} : rendement d'onduleur (0.9)

Facteur de correction (1.25)

$$P_{ond} = 45495 * 1.25 / 0.9 = 63187.5 \text{ w}$$

➤ Il ya 7 onduleurs off-grid de puissance 10 kW et 48 V

Les nombres des batteries

Calcul de la capacité des accumulateurs nécessaires à ce système

$$C_{acc} = \frac{E_p * N}{DOD * U}$$

Cacc : capacité accumulateur de la batterie en ampère Heure (Ah).

EC : énergie consommée par jour (Wh/j).-

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

DOD : décharge maximale admissible.

U : tension de la batterie (V).

D'après les caractéristiques de la batterie utilisée :

Cbat : 260 (Ah).

Tension : 12 V

$$C_{acc} = \frac{927687.5}{0.7 * 12} = 110438.98 \text{ Ah}$$

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Détermination du nombre de batteries

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

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

$$N = \frac{110438.98}{260} = 424.76$$

Alors le nombre de batterie est : **425** batteries de 260Ah/12V.

Puisque la tension du système utilisé est 48V alors on branche les **428** batteries comme suit :

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

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

- Le nombre des batteries raccordés en parallèles :
C'est la fraction des batteries totales par le nombre des batteries en série :

$$\frac{428}{4} = 107 \text{ branches}$$

- Donc on a 4 batteries raccordées en série et 107 branches (en parallèle).

Détermination du nombre des panneaux solaires :

$$P_c = \frac{E_p * N}{T}$$

T=7.8h (durée d'ensoleillement)

$$P_c = \frac{927687.5}{7.8} = 118934.29 \text{ W}$$

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

Le nombre de panneaux :

D'après la fiche technique de panneau solaire

Tableau (III-1) : les caractéristiques de panneau

V _{co} (v)	I _{sc} (A)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	P _m (W)
41.87	10.27	9.47	35.43	345

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

η : Rendement du panneau (0.8)

$$N_p = \frac{118934.29}{0.8 * 345} = 430.92$$

Donc le nombre de panneaux utilisés est : **432 panneaux.**

- La tension de système est 48V, donc on prendra 2 panneaux en série et 216 panneaux en parallèles.
 - ❖ Donc pour faire une installation photovoltaïque du poste de sécurité nous avons besoin de :
 - 7 onduleur solaire de 10KW et 48V
 - 428 batteries solaires de 12V et 260Ah
 - 432 panneaux solaires de 345W

Chapitre III : Dimensionnement Et Installation du Système photovoltaïque

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

Coûts du projet photovoltaïque :

Tableau (III-2): Coûts du photovoltaïque

	Prix unitaire (DA)	Nombre	Prix total (DA)
Le panneau solaire (345W)	21000.00	432	9072000.00
Batterie solaire (12V, 260 Ah)	58000.00	428	24824000.00
Onduleur solaire (10 KW)	200000.00	7	1400000.00
Câblage lot	100000.00		200000.00
Armoire de protection	40000.00	1	40000.00
Boîte de jonction	20000.00	1	20000.00
Structure porteuse des panneaux	5000	432	2160000.00
Structure porteuse des batteries	1000	428	428000.00
	Total		38144000.00
	Total avec 15 % installation		43865600.00

Ainsi, le cout final du projet photovoltaïque de poste de sécurité : **43865600.00 DA**

Comparaison

Tableau (III-3): Comparaison

	Système photovoltaïque	Réseau sonalgaze
Prix Pour 1 ans	6859424	14058839

- Batterie solaire: 5 ans
- Onduleur solaire: 10 ans
- Les panneaux solaires: 25 ans

Conclusion générale

Conclusion générale

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

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

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

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

Ce travail nous à permis de :

Mieux comprend le système photovoltaïque autonome et son raccordement au réseau local.

- Proposé des solutions dans le but d'économiser l'énergie.
- Mettre un scénario comparatif entre l'utilisation des énergies renouvelables et le réseau électrique local pour une durée de 25 ans.
- L'utilisation de Logiciel de simulation (**PVsystem**)

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

Annexes

Annexes

Annexe A

Product Characteristics

Model No.	IF-HM345-120
Warranty	
Product Warranty	10 Years
Power Warranty	25 Years of 80.68% Output Power
Electrical Data at STC	
Maximum Power (Pmax)	345 Wp
Voltage at Maximum Power (Vmpp)	35.43 V
Current at Maximum Power (Impp)	9.74 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.87 V
Short Circuit Current (Isc)	10.27 A
Panel Efficiency	20.39 %
Power Tolerance (Positive)	+ 3 %
Power Tolerance (Negative)	- 3 %
	<small>Standard Test Conditions (STC): air mass AM 1.5, irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C</small>

Figure A : Fiche technique d'un panneau solaire 345 W

Annexes

Annexe B

6-FMG-260 (12V260Ah)

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



Specification

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



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

Annexes

Annexe C

Datasheet	SPH 4000TL3 BH	SPH 5000TL3 BH	SPH 6000TL3 BH	SPH 7000TL3 BH	SPH 8000TL3 BH	SPH 10000TL3 BH
Input data(PV)						
Max. recommended PV power (for module S/C)	5200W	6500W	7800W	9100W	10400W	13000W
Max. DC voltage	1000					
Start voltage	160V					
MPP voltage range	160V/1000V / 600V					
No. of MPP trackers	2					
No. of PV strings per MPP tracker	1					
Max. input current per MPP tracker	12A					
Max. short-circuit current per MPP tracker	15A					
Output data(AC)						
AC nominal power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Nominal AC voltage (range*)	230V/400V (310–476V)					
AC grid frequency (range*)	50Hz/60Hz (49Hz-55Hz/55Hz-65Hz)					
Max. output current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging					
THDi	<3%					
AC grid connection type	3W+N+PE					
Battery data (DC)						
Battery voltage range	100–550V					
Max charging and discharging current	25A					
Continuous charging and discharging power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Type of battery	Lithium battery					
Backup power(AC)						
Max. AC output power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Max. output current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
Nominal AC output voltage	230V/400V					
Nominal AC output frequency	50/60Hz					
THDv	<3%					
Switch time	<0.5s					
Efficiency						
MAX. efficiency	97.6%	97.8%	98.0%	98.2%	98.2%	98.2%
European efficiency	97.0%	97.2%	97.3%	97.4%	97.4%	97.5%
Protection devices						
DC switch	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
AC/DC surge protection	Type II					
Battery reverse protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
Ground fault monitoring	Yes					
Grid monitoring	Yes					
Anti-islanding protection	Yes					
Residual current monitoring unit	Yes					
Insulation resistance monitoring	Yes					
General data						
Dimensions (W / H / D)	506/453/198mm					
Weight	28kg					
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C					
Nighttime power consumption	< 13W					
Topology	Transformerless					
Cooling	Natural					
Protection degree	IP65					
Relative humidity	0–100%					
Altitude	3000m					
DC connection	H4 / MC4 (Optional)					
AC connection	Connector					
Display	LCD+LED					
Interfaces: RS232/RS485/CAN/USB	Yes					
Monitor : RF/WIFI/GPRS	Optional					
Warranty: 5 years / 10 years	Yes /Optional					

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

Références

- [1]] Djamel Eddine ZOUAKH «Le poisson et l'aquaculture», cours de l'aquaculture ESSMAL 2005.
- [2] JAUNCEY K. and ROSS B. 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Unit of aquatic pathobiology. University of Stirling. Scotland
- [3] Benidiri ., Création d'un projet piscicole, Université Abou bekrBelkaid – Tlemcen,2017
- [4] FAO. 2008. Climate change and food security: a frame work document .110pp.
- [5] Dr.I.HAFSAOUI cours Aquaculture et pisciculture. UHBC 2020.
- [6] OCDE/FAO 2019 « Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO », Statistiques agricoles de l'OCDE (base de données), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-fr.>
- [7] KaraliA. et EchikhF., 2004. L'aquaculture en Algérie. Mémoire de fin d'étude en vue de l'Obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat en science de la mer. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral.44. p.
- [8] R. Maouedj « application de l'énergie photovoltaïque au pompage hydraulique sur les sites de Tlemcen et de Bouzareah », Mémoire de Magister, Université de Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 2005.
- [9] A. Soualmia « Intégration de la Production Décentralisée dans un Système de Pompage Photovoltaïque » , Mémoire de magister, Université Constantine1, Constantine, 2014.
- [10] A. MAAMRI, Y. LARABI « Etude et modalisation des Installations photovoltaïques hybride», mémoire de master . Université Saâd Dahleb, Blida-1- ,Blida , 2020.
- [11] A. Elmakhsouss, A.Ikfaouine « Eclairage public solaire », mémoire de master . Université Saâd Dahleb, Blida-1- ,Blida , 2020.
- [12]S . NOUALI « Dimensionnement d'un système hybride photovoltaïque/éolien avec stockage d'énergie pour diverses applications », Mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique,2012.
- [13] <https://www.libow.fr/>.
- [14] R. M'HAMMEDI, C. BEN AMRANI « étude techno-

Références

économique d'un système photovoltaïque (maison solaire) sur le site d'adrar » mémoire de master, Université Ahmed Draya Adrar, Adrar 2019

[15] M. FOKA, C. HOYOBONY TOKORO et G. HERMA, « étude de faisabilité du projet d'éclairage public par des lampadaires solaires a conakry et dans huit(8) autres villes en république de Guinee,» société africaine des biocarburants et des énergies renouvelables (saber), african biofuel and renewable energy company (abrec), africa, 2011.

[16] <https://www.emploisdessinateur.ca/img/min-logo-emploisdessinateur.png>.

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

