



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Electrotechnique
Réseau électrique

Réf. :

Présenté et soutenu par :
DAHOUÏ OKBA

Le : samedi 23 juin 2018

Dimensionnement d'un système d'alimentation en énergie électrique par voie photovoltaïque pour l'irrigation d'un périmètre agricole

Jury :

Mr	Med. Yacine Hammoudi	MCB	Université mohamed khider biskra	Président
Mr	Naimi Djemai	MCA	Université mohamed khider biskra	Encadreur
Mr	Salhi Ahmed	MCB	Université mohamed khider biskra	Examineur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : ELECTROTECHNIQUE
Option : RESEAU ELECTRIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

Dimensionnement d'un système d'alimentation en
énergie électrique par voie photovoltaïque pour
l'irrigation d'un périmètre agricole

Présenté par :

DAHOUÏ OKBA

Avis favorable de l'encadreur :

NAIMI DJEMAI

Avis favorable du Président du Jury

MOHAMED YACINE HAMMOUDI

Cachet et signature



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : ELECTROTECHNIQUE
Option : RESEAU ELECTRIQUE

Thème :

Dimensionnement d'un système d'alimentation en énergie électrique par voie photovoltaïque pour l'irrigation d'un périmètre agricole

Proposé et Dirigé par : **NAIMI DJEMAI**

RESUMES (Français et Arabe)

Résumé

Nous avons essayé de dimensionner un système photovoltaïque dédié au pompage d'un site agricole situé à Leghrous, en prenant en considération tous les paramètres spécifique, pour ce site , l'étude hydrogéologique a été réalisé en tenant compte de potentiel de solaire de la région, un bilan de puissance a été effectué .,les résultats du travail montrent clairement après plusieurs comparaisons entre les différentes types d'alimentation comme : le diésel et l'électricité classique que l'énergie solaire photovoltaïque présente un avantage économique en plus de ses avantages écologiques.

Mots clés : Pompage, Hydrogéologique, Electricité classique, l'énergie solaire photovoltaïque

ملخص

لقد حاولنا أن نحدد نظامًا ضوئيًا مخصصًا أو ضخمًا لموقعًا زراعيًا موجودًا في لغروس، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع المعلومات المحددة لهذا الموقع، وقد أجريت الدراسة الهيدرولوجية مع الأخذ بعين الاعتبار الطاقة الشمسية للمنطقة وقد تم تنفيذ توازن الطاقة. وتظهر نتائج العمل بشكل واضح بعد عدة مقارنات بين أنواع مختلفة من إمدادات الطاقة كما يلي: الديزل والكهرباء التقليدية أن الطاقة الشمسية الضوئية مكرسة. الضخ له ميزة اقتصادية أكثر من الميزة البيئية.

كلمات مفتاحية: ضخ، الهيدرولوجية، الكهرباء الكلاسيكية، الطاقة الشمسية الضوئية

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce travail

Nos remerciements s'adressent en particulier à :

- Dr. NAIMI DJEMAI notre promoteur, pour leur encadrement, pour leurs conseils scientifiques judicieux et leur suivi durant la période de la réalisation de ce travail. Nos sincères remerciements vont à présider Dr. Hamoudi Mohammed Yassin le jury Dr. Salfi Ahmed*
- Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de nos études universitaires.*

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de notre mémoire.

Enfin, nous remercions tous les enseignants du département d'électrotechnique d'université Med KHEIDER et le directeur du Laboratoire LGEB

À vous tous, un grand Merci.

Dahoui Okba



TABLE DE MATIERE

Table de Matières

Résumés	
Remerciements	
Table de Matière.....	I
Liste des Tableaux.....	VII
Liste des Figures.....	IX
Liste des Symboles.....	XIII
Introduction générale	1

CHAPITRE I Généralités sur l'énergie solaire photovoltaïque

I.1 Introduction.....	4
I.2 Généralité sur les énergies renouvelables.....	4
I.2.1 Energie éolienne.....	4
I.2.2 Energie de biomasse.....	4
I.2.3 L'énergie hydraulique.....	5
I.2.4 la pile à combustible.....	5
I.2.5 La géothermie.....	6
I.2.6 Les énergies marines.....	6
I.3 Energie solaire photovoltaïque.....	7
I.4 Rayonnement solaire.....	7
I.4.1 Spectre solaire.....	8
I.4.2 Le rayonnement direct.....	8
I.4.3 Le rayonnement diffus.....	8
I.4.4 Le rayonnement réfléchi ou l'albédo du sol.....	8
I.4.5 Le rayonnement global.....	8
I.5 Systèmes photovoltaïques.....	10
I.5.1 Historique.....	10
I.5.2 Définition.....	10
I.5.3 Technologie d'une cellule photovoltaïque.....	11
I.5.3.1 Silicium monocristallin.....	11
I.5.3.2 Silicium poly cristallin.....	11

I.5.3.3 Silicium amorphe (a-si).....	11
I.6 Regroupement des cellules.....	12
I.6.1 Regroupement en série.....	12
I.6.2 Regroupement en parallèle.....	13
I.6.3 Regroupement (série et parallèle).....	14
I.7 Facteurs influents sur le fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	14
I.7.1 Influence de l'ensoleillement.....	14
I.7.2 Influence de la température.....	15
I.8 Modules photovoltaïques.....	16
I.9 Les onduleurs photovoltaïques.....	17
I.9.1 Rôles d'onduleur.....	17
I.10 Applications des systèmes photovoltaïques.....	17
I.10.1 Systèmes autonomes.....	17
I.10.2 Systèmes hybrides.....	18
I.10.3 Systèmes couplés au réseau.....	19
I.10.4 Systèmes fonctionnant pompage photovoltaïque.....	19
I.11 Les avantages et Les inconvénients des systèmes photovoltaïques.....	20
I.12 Conclusion.....	21

CHAPITRE II Etude hydrogéologique et météo logique de la région d'étude

II.1 Introduction.....	23
II.2 Situation géographique.....	23
II.2.1 Zone et population.....	23
II.2.2 Agriculture.....	23
Palm.....	23
Agriculture protégée.....	24
II.3 Cadre Géologique.....	24
II.3.1 Stratigraphie.....	24
- Trias.....	24
- Le Jurassique.....	24
- Le crétacé.....	24

- Crétacé inférieur.....	25
- Le Néocomien.....	25
- L’Aptien.....	25
- L’Albien.....	25
- Crétacé supérieur.....	25
- Maestrichtien.....	25
- Le paléocène.....	25
- L’Eocène.....	26
- L’écène inférieur.....	26
- L’Eocène moyen.....	26
- Miocène inférieur et moyen.....	26
- Miocène supérieur.....	26
- Pliocène.....	26
- Le Quaternaire.....	27
- Le Quaternaire inférieur.....	27
- Le Quaternaire Moyen.....	27
II.3.2 La tectonique.....	27
II.4 Hydrogéologie de la région.....	28
II.4.1 Nappe phréatique.....	28
II.4.2 Complexe terminal.....	29
Nappe des sables.....	29
Nappe des calcaires.....	29
Continental Intercalaire.....	29
II.5 Potentiel solaire national et local.....	30
II.5.1 Potentiel solaire national.....	30
II.5.2 Potentiel solaire local (Biskra.....	31
II.5.2.1 Estimation du rayonnement solaire de wilaya de Biskra.....	31
a) Modèle de PERRIN DE BRICHAMBEAUT (plan horizontal).....	32
b) Le Modèle de LIU et JORDAN (plan incliné).....	34
II.6 Conclusion.....	38

CHAPITRE III Dimensionnement du système de pompage photovoltaïque

III.1 Introduction.....	41
III.2 Présentation du système de pompage photovoltaïque.....	41
III.3 Organigramme du travail.....	43
III.4 Caractéristiques de site d'étude.....	44
III.5 Le principe de fonctionnement.....	44
III.6 Données Techniques.....	44
a) Surface à irriguée.....	44
b) Type d'irrigation.....	45
III.7 Évaluation des besoins en eau.....	45
III.7.1 Dimensionnement de bassin d'irrigation.....	45
III.7.2 Dimensionnement du bassin des palmiers.....	46
III.7.3 Dimensionnement du forage.....	47
III.8 Dimensionnement de la station de pompage.....	48
III.8.1 Choix de la pompe.....	48
III.8.1.2 Besoins énergétiques de l'électropompe immergée centrifuge.....	55
III.8.1.2.1 Calcul de l'énergie hydraulique par jour.....	55
III.8.1.2.2 Calcul l'énergie électrique nécessaire par jour pour la pompe.....	55
III.8.2 Calcul de la puissance crête.....	55
III.8.2.1 Dimensionnement des panneaux solaires.....	56
III.8.2.1.1 Détermination de la tension de fonctionnement.....	56
III.8.2.1.2 Installation des panneaux solaires.....	57
III.8.3 choix du l'onduleur.....	58
III.8.4 Dimensionnement des câbles.....	59
III.8.5 Les éléments de protection.....	60
III.8.5.1 La protection en partie DC entre les panneaux et l'onduleur.....	60
III.8.5.2 La protection en partie AC entre l'onduleur et l'électropompe.....	60
III.8.6 Les différentes transformations énergétiques dans un système de pompage PV.....	63

III.9 Dimensionnement de Système PV Autonome (l'habitat du fellah).....	63
III.9.1 Calcul de la puissance crête.....	64
III.9.1.1 Dimensionnement des panneaux solaires.....	64
III.9.1.1.2 Détermination de la tension de fonctionnement.....	65
III.9.1.1.3 Installation des panneaux solaires.....	65
III.9.2 Choix de l'onduleur.....	66
III.9.3 Choix de régulateur.....	66
III.9.4 Choix de Batterie.....	67
III.9.5 Dimensionnement des câbles.....	68
III.9.6 Les éléments de protections.....	69
III.9.6.1 La protection en partie DC.....	70
III.9.6.2 La protection en partie AC.....	70
III.9.7 Composants d'un système PV Autonome.....	70
III.10 Avantages et inconvénients de système de pompage PV.....	71
III.11 Pourquoi nous avons utilisé du fil de cuivre.....	72
III.12 Pourquoi nous avons dimensionné notre système de pompage sans batterie.....	72
III.13 La durée de vie et coûts de l'installation du système de pompage photovoltaïque	73
III.13.1 La durée de vie de l'installation du système de pompage photovoltaïque.	73
III.13.2 Coûts de l'installation du système de pompage photovoltaïque.....	73
III.14 La durée de vie et coûts de l'installation de système PV Autonome.....	74
III.14.1 La durée de vie de l'installation de système PV Autonome.....	74
III.14.2 Coûts de l'installation de système PV Autonome.....	76
III.15 Coût d'autres énergies.....	76
III.15.1 Coût de l'électrification classique.....	76
III.15.2 Le coût de l'arrosage pour un moteur diesel.....	78
III.16 Comparaison des différents systèmes de pompage mentionnés ci-dessus en termes de coût par kWh et annuel et en 25 ans.....	79
III.17 Les Points forts du système solaire par rapport aux autres systèmes (L'électrification classique, Moteur diesel).....	82
III.18 Conclusion.....	82
Conclusion Générale.....	85
Bibliographiques.....	87
Annexe.....	a

LISTE DES TABLEAUX

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Classification de différents types de cellules photovoltaïques au silicium...	12
Tableau I.2 : Les avantages et Les inconvénients des systèmes photovoltaïques.....	21
Tableau II.1 : Caractéristiques par Daïra, des nappes captées à travers la wilaya.....	30
Tableau II.2 : Potentiel solaire National.....	31
Tableau III.1 : choix de panneaux solaires.....	56
Tableau III.2 : tension du système en fonction de la puissance totale.....	57
Tableau III.3 : choix de l'onduleur solaire de pompage.....	59
Tableau III.4 : Estimation des besoins énergétiques journaliers de l'habitat du fella.....	64
Tableau III.5 : choix de panneaux solaires autonome.....	64
Tableau III.6 : tension du système en fonction de la puissance totale.....	65
Tableau III.7 : choix de l'onduleur solaires autonome.....	66
Tableau III.8 : choix de régulateur solaires autonome.....	67
Tableau III.9 : choix de batterie solaires autonome.....	68
Tableau III.10 : Durée de vie matérielle de système de pompage.....	73
Tableau III.11 : Prix de chaque appareil de système de pompage en dinars.....	73
Tableau III.12 : Coût de l'énergie solaire.....	74
Tableau III.13 : Durée de vie de matérielle de système autonome.....	74
Tableau III.14 : Prix de chaque appareil de système autonome en dinars.....	75
Tableau III.15 : Coût d'équipements en parti de ligne MTA.....	76
Tableau III.16 : Coût de TRANSPORT en parti de ligne MTA.....	76
Tableau III.17 : Coût d'équipements en parti de ligne BTA.....	76
Tableau III.18 : Coût d'équipements en parti de ligne MTA.....	77
Tableau III.19 : Coût d'équipements de POSTE ACC.....	77
Tableau III.20 : Coût TRANSPORT.....	77
Tableau III.21 : Cout d'électricité classique.....	78
Tableau III.22 : Cout de Système de pompage d'un moteur diesel.....	79
Tableau III.23 : Coûts de 1 kWh de chaque système de pompage.....	79
Tableau III.24 : Coût de chaque système de pompage annuel.....	88
Tableau III.24 : Coût de chaque système de pompage en 25 ans.....	81

LISTE DES FIGUR

Liste des Figures

Figure I.1 : Energie éolienne.....	4
Figure I.2 : Energie de biomasse.....	5
Figure I.3 : centrales au fil de l'eau.....	5
Figure I.4 : principe de pile à combustible.....	5
Figure I.5 : Energie de la géothermie.....	6
Figure I.6 : Energie marine.....	7
Figure I.7 : Système solaire photovoltaïque.....	7
Figure I.8 : Types de rayonnement solaire reçus au sol.....	9
Figure I.9 : Rayonnement solaire capté par un plan horizontal et incliné.....	9
Figure I.10 : Intensité de l'insolation reçu sur un plan horizontal et incliné.....	10
Figure I.11 : Les images de différents types de la cellule photovoltaïque.....	11
Figure I.12 : Caractéristique courant tension de N_s cellule en série.....	13
Figure I.13 : Caractéristique courant tension de (N_p) cellule en parallèle.....	13
Figure I.14 : Caractéristique courant tension de cellule (série et parallèle).....	14
Figure I.15 : Influence de l'insolation sur les cellules photovoltaïques.....	15
Figure I.16 : Influence de la température sur les cellules photovoltaïque.....	15
Figure I.17 : Module photovoltaïque.....	16
Figure I.18 : Les différents modules photovoltaïques.....	16
Figure I.19 : Le schéma symbolique de l'onduleur.....	17
Figure I.20 : Système autonomes.....	18
Figure I.21 : Système hybride.....	18
Figure I.22 : Système PV couplés aux réseaux.....	19
Figure I.23 : Schéma synoptique simplifié de Pompage	20
Figure II.1 : limites administratives d'EL Grousse.....	23
Figure II.2 : Extrait de la carte Structurale	28
Figure II.3 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Mars.....	32
Figure II.4 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Juin.....	32
Figure II.5 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Septembre.....	33
Figure II.6 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour	

21 Décembre.....	33
Figure II.7 : Rayonnement global mensuel reçu dans le site Biskra sur un plan horizontal.....	34
Figure II.8 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Mars.....	34
Figure II.9 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Juin.....	35
Figure II.10 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Septembre.....	35
Figure II.11 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Décembre.....	36
Figure II.12 : Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Juillet.....	37
Figure II.13 : Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Décembre.....	37
Figure II.14 : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Juillet.....	38
Figure II.15 : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Décembre.....	38
Figure III.1 : schéma-type d'un système de pompage photovoltaïque.....	42
Figure III.2 : Organigramme que montrent les étapes du travail.....	43
Figure III.3 : Schéma de surface irriguée.....	44
Figure III.4 : Schéma du réseau de micro irrigation.....	45
Figure III.5 : Bassin d'irrigation.....	46
Figure III.6 : bassin des palmiers.....	47
Figure III.7 : Caractéristiques du forage.....	48
Figure III.8 : Choix d'une pompe selon la HMT et le débit demandés.....	49
Figure III.9 : Diagramme générale de caractéristiques hydrauliques d'électropompes SAER.....	51
Figure III.10 : Caractéristiques électriques d'une gamme d'électropompes SAER (NR-151F).....	51
Figure III.11 : Caractéristiques hydrauliques d'électropompes SAER (NR-151F).....	52
Figure III.12 : Caractéristiques électriques d'électropompe SAER (NR-151F/4).....	53
Figure III.13 : Le rendement et le débit d'électropompe SAER (NR-151F/4) en HMT	

35m.....	54
Figure III.14 : Fiche technique des panneaux solaire utilisés dans notre installation.....	56
Figure III.15 : Branchement des panneaux photovoltaïques en série et en parallèle.....	58
Figure III.16 : Caractéristique technique d'onduleur ACS355-03E-12A5-4.....	59
Figure III.17 : Armoire électrique.....	61
Figure III.18 : Caractéristique de surintensité au moment du démarrage.....	62
Figure III.19 : Schéma de principe de l'installation de pompage photovoltaïque.....	63
Figure III.20 : Model d'habitat.....	63
Figure III.21 : Branchement des panneaux solaire en parallèle.....	65
Figure III.22 : Branchement des batteries solaire.....	68
Figure III.23 : Schéma de principe de l' installation photovoltaïque autonome.....	71
Figure III.24 : Extraction d'eau avec un moteur diesel.....	78
Figure III.25 : Coûts de 1 kWh de chaque système de pompage.....	80
Figure III.26 : Coûts de chaque système de pompage annuel.....	81
Figure III.27 : Coûts de chaque système de pompage en 25 ans.....	82

LISTE D'ABREVIATION

Liste d'abréviation

h : La constante de Planck

c : La vitesse de la lumière et λ sa longueur d'onde

V_{coNS}: La somme des tensions en circuit ouvert de Ns cellules en série

I_{cc} : Courant de court circuit de Ns cellules en série

I_{ccNP}: La somme des courants de court circuit de cellule en parallèle

V_{coNP}: Tension du circuit ouvert de cellules en parallèle

CTC : un ciel très clair

CNCC : conditions normales de ciel clair

CCP : un ciel clair pollué

HMT : La hauteur manométrique totale

Ns : Le niveau statique d'un puits ou d'un forage

Nd : Le niveau dynamique d'un puits ou d'un forage

Rm : La différence entre le niveau dynamique et le niveau statique

Pc : pertes de charge produites par le frottement de l'eau sur les parois des conduites

mce : mètre colonne d'eau

η_{mp} : Le rendement de l'électropompe

Q_h : Le débit horaire m³/h

Q_{max}: Les besoins journaliers en eau durant la période de besoin maximal

h : est le nombre heures d'ensoleillement maximal à [1000W/m²]

E_h: Énergie hydraulique [kW/j]

C_h : Constante hydraulique [kg. s. h/m²]

ρ : Densité de l'eau [kg/m³]

g : La gravité terrestre [m/s²]

Q : Débit journalier [m³/jour]

E_{elec}: Energie électrique exprimé en [kWh/j]

P_c : La puissance de sortie du générateur en (watts crêtes)

K : Rendement du système d'alimentation

I_{rr} : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal [kWh/m²/j]

V_{sys} : Tension du système

N_{ps}: Le nombre de panneaux en série

N_{pp}: Le nombre de rangés en parallèle

U_{max}: Tension à puissance max

S : Le Section du câble

ε%: La chute de tension

E_{Tj} : Energie .T. Journalière

N: Le nombre de jours n'est pas ensoleillé

η_b: Rendement de batterie

DoD: Taux de décharge de batterie

V_b : Tension de batterie

N_b : Nombre de batterie

N_{b_s}: Nombre de batterie en série

N_{b_p}: Nombre de batterie en parallèle

C : Capacité de stockage

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Dans nos jours, il nous semble que personne ne peut s'en douter sur l'importance de l'eau et de l'énergie pour les besoins humains. Avec les avancées technologiques, le besoin en énergie ne cesse d'augmenter. Ce problème d'énergie est encore plus sensible dans les sites isolés où l'utilisation des ressources classiques s'avère souvent très coûteuse. En effet, plusieurs contraintes, comme le transport du combustible et les entretiens périodiques des moteurs diesels, rendent la recherche d'une source d'énergie alternative indispensable pour ce type de sites. Comme nous le savons, la plus grande partie de l'énergie consommée actuellement provient de l'utilisation des combustibles fossiles comme le pétrole, le charbon, le gaz naturel ou encore l'énergie nucléaire. Les études et les prévisions récentes nous alertent que l'utilisation massive de ces ressources conduira certainement à l'épuisement total de ces réserves. En plus, tout le monde est mondialement convaincu par le danger de ce processus sur l'environnement.

A partir de ce constat, il est nécessaire de chercher d'autres ressources d'énergie de Remplacement. Les énergies renouvelables, comme l'énergie photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, représentent une solution de remplacement par excellence et elles sont de plus en plus utilisées dans nos jours. Ce type d'énergie n'est pas seulement gratuit et inépuisable, mais aussi très propre pour l'environnement. D'ailleurs, on parle souvent d'une énergie « verte », puisqu'elle permet d'éviter totalement la pollution produite par les sources traditionnelles.

Dans ce travail de recherche, nous nous sommes intéressés plus particulièrement par l'énergie solaire photovoltaïque avec comme application, le pompage d'eau dans des sites isolés sur la région de Biskra. Nous verrons que cette solution est particulièrement intéressante pour ce type de site. D'autant plus que le territoire national dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. L'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour le pompage de l'eau est bien adaptée pour la plus part des régions arides et semi-arides en raison de l'existence dans ces régions d'un potentiel hydraulique souterrain peu profond. Une autre coïncidence très importante favorise l'utilisation de ce type d'énergie pour le pompage d'eau est que la demande d'eau, surtout dans l'agriculture, atteint son Introduction générale.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté les différents types d'énergies renouvelables. Dans lequel nous avons également discuté du système de panneaux photovoltaïques et de ses caractéristiques et composants les plus importants.

Dans Le deuxième chapitre, nous avons parlé de l'hydrogéologie, et du potentiel solaire national et celui de la région d'étude

Dans Le troisième chapitre, nous avons dimensionné les composants du système de pompage photovoltaïque et le système autonome de l'habitat du fellah et en choisissant des éléments compatibles pour installer et répondre à nos besoins. Enfin, Nous avons effectué une comparaison entre les trois systèmes de pompage (système photovoltaïque et système d'électricité classique et système moteur diesel).

Chapitre 01

Généralités sur l'énergie solaire photovoltaïque

I.1 Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la transformation directe d'une partie du Rayonnement solaire dans l'énergie électrique. Cette énergie est convertie par des cellules photovoltaïques (PV) basées sur un phénomène physique appelé effet optique. Ce chapitre présente les composants des panneaux photovoltaïques et les parties sur lesquelles ce système photovoltaïque est basé. Nous discuterons également des domaines les plus importants de l'utilisation du photovoltaïque

I.2 Généralité sur les énergies renouvelables

I.2.1 Energie éolienne

L'énergie éolienne est devenue un producteur majeur d'énergies renouvelables électriques. L'énergie éolienne est produite par des aérogénérateurs qui captent à travers leurs pales l'énergie cinétique du vent et entraînent elles-mêmes un générateur produit de l'électricité d'origine renouvelable. [2]



Figure I.1 : Energie éolienne

I.2.2 Energie de biomasse

Dans le domaine de l'énergie, la biomasse est la matière organique d'origine végétale (micro algues incluses), animale, bactérienne ou fongique (champignons), utilisable comme source d'énergie. L'énergie peut être extraite par combustion directe (ex : bois énergie), ou par combustion après un processus de transformation de la matière première, par exemple la méthanisation (biogaz, ou sa version épurée le bio méthane) ou d'autres transformations chimiques (dont la pyrolyse, la carbonisation hydrothermale et les méthodes de production de biocarburants ou « agro carburants »). On parle alors de bioénergie. [3]

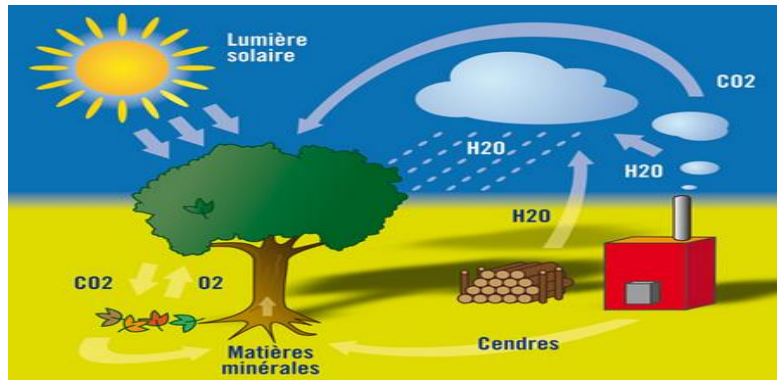


Figure I.2 : Energie de biomasse

I.2.3 L'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique permet de fabriquer de l'électricité, dans les centrales hydroélectriques, grâce à la force de l'eau. Cette force dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau). L'énergie hydraulique dépend du cycle de l'eau. Elle est la plus importante source d'énergie renouvelable. [4]



Figure I.3 : centrales au fil de l'eau

I.2.4 la pile à combustible

Une pile à combustible est un système où l'énergie chimique d'un composé stocké de façon indépendante et renouvelable est convertie directement en énergie électrique (Figure I.4). Ce composé, ou combustible, ne fait pas partie du système. [5]



Figure I.4 : principe de pile à combustible

I.2.5 La géothermie

La géothermie est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol. L'utilisation des ressources géothermales se décompose en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur. En fonction de la ressource, de la technique utilisée et des besoins, les applications sont multiples. Le critère qui sert de guide pour bien cerner la filière est la température. Ainsi, la géothermie est qualifiée de « haute énergie » (plus de 150°C), « Moyenne énergie » (90 à 150°C), « basse énergie » (30 à 90°C) et « Très basse énergie » (moins de 30°C). [6]



Figure I.5 : Energie de la géothermie

I.2.6 Les énergies marines

La filière des énergies marines appelées aussi énergie des océans ou thalasso-énergies, comprend le développement des technologies et la maîtrise et l'exploitation des flux d'énergies naturelles fournies par les mers et les océans. On recense : la houle, l'énergie des vagues, l'énergie des courants, l'énergie des marées et l'énergie thermique des mers (ETM) qui travaille sur le gradient thermique entre les couches d'eau de surface et celle des profondeurs.

L'hydroélectricité marine fait appel à des techniques connues : usine marémotrice de la Rance (barrage marémoteur) ou en pleine expérimentation : houlogénérateurs (systèmes à colonne d'eau oscillante, systèmes à déferlement), hydroliennes (hélices sous-marines ou éoliennes sous-marines), ailes planes battantes ou oscillantes, roues à aubes flottantes. [7]



Figure I.6 : Energie marine

I.3 Energie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque fait l'objet d'un grand intérêt ces dernières années. Photovoltaïque basée sur l'effet photoélectrique. Celui-ci permet de créer un courant électrique continu à partir d'un rayonnement électromagnétique (Figure I.7). Cette ressource a donc l'avantage d'être inépuisable et utilisable en tout point d'un territoire. [1]



Figure I.7 : Système solaire photovoltaïque

I.4 Rayonnement solaire

Le soleil, notre plus grande source d'énergie, est une étoile située à une distance moyenne de 149 598 000 Km de la terre. Elle émet un rayonnement électromagnétique compris dans une bande de longueur d'onde variant de 0,22 à 10 μm . Ce rayonnement est composé de grains de lumière appelés photons. L'énergie de chaque photon est directement liée à la longueur d'onde λ par la relation suivante. [8]

$$E_p = h * c/\lambda \quad (\text{I.1})$$

Où

h : est la constante de Planck,

c : est la vitesse de la lumière et λ sa longueur d'onde.

I.4.1 Spectre solaire

Afin de quantifier l'énergie développée par le générateur photovoltaïque dans une application donnée, il est nécessaire de connaître le spectre du rayonnement solaire reçu sur sol. En effet, quatre types de rayonnement ont été répertoriés dans la littérature :

I.4.2 Le rayonnement direct

La conversion du rayonnement direct ED est une question trigonométrique. Le rayonnement direct, sur le plan horizontal, est la différence entre le rayonnement global et le rayonnement diffus.

Le rayonnement direct est converti pour un plan avec un angle d'azimut α et d'inclinaison β selon l'équation suivante :

$$E_{D\alpha\beta} = E_D \frac{\cos(\theta_i)}{\sin(\gamma)} \quad (\text{I.2})$$

Avec :

$$\sin(\gamma) = \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) \quad (\text{I.3})$$

$$\cos(\theta_i) = \sin(\gamma) \cos(\beta) + \cos(\gamma) \sin(\beta) \cos(\psi - \alpha) \quad (\text{I.4})$$

On note que le paramètre $E_{D\alpha\beta}$ peut être mesuré par un instrument nommé « Pyroheliometer » [9], qui doit être monté sur la monture du générateur PV.

I.4.3 Le rayonnement diffus

C'est dû à l'absorption et à la diffusion d'une partie du rayonnement solaire global par l'atmosphère et à sa réflexion par les nuages et les aérosols.

I.4.4 Le rayonnement réfléchi ou l'albédo du sol

C'est le rayonnement qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant à sa surface. Cet albédo peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (eau, neige, etc....).

I.4.5 Le rayonnement global

Le rayonnement global est subdivisé en rayonnements directs, diffus et reflété par le sol [10]. Dans la figure ci-dessous figure (I.8) est schématisé l'ensemble des rayonnements

solaires reçu sur une surface terrestre

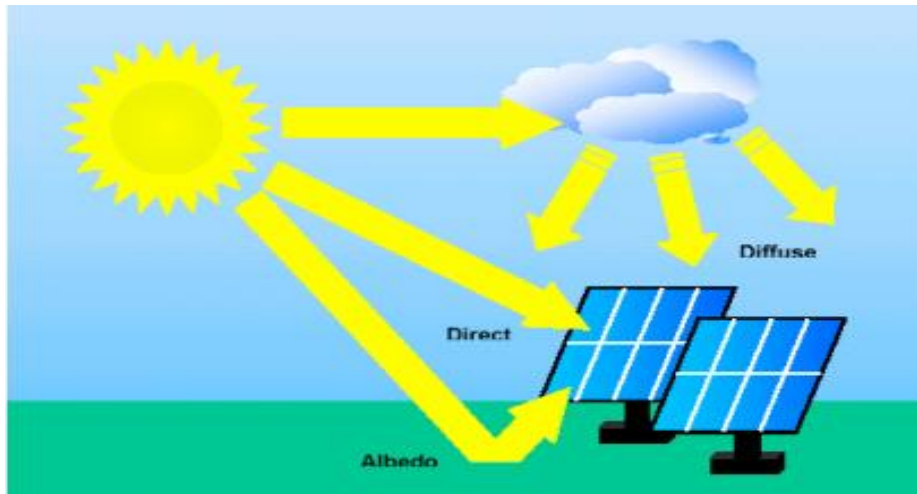


Figure I.8 : Types de rayonnement solaire reçus au sol

L'intensité du rayonnement solaire reçu sur un plan quelconque à un moment donné est appelée irradiation ou éclairement (noté généralement par la lettre G), il s'exprime en watts par mètre carré (W/m^2).

La valeur du rayonnement reçu par la surface du module photovoltaïque varie selon la position de ce dernier. Le rayonnement solaire atteint son intensité maximale lorsque le plan du module photovoltaïque est perpendiculaire aux rayons [11] :

Dans la figure (I.9) ci-après est illustré l'effet de l'inclinaison des modules photovoltaïques sur l'intensité de l'éclairement reçu sur leurs surfaces du lever au coucher du soleil.

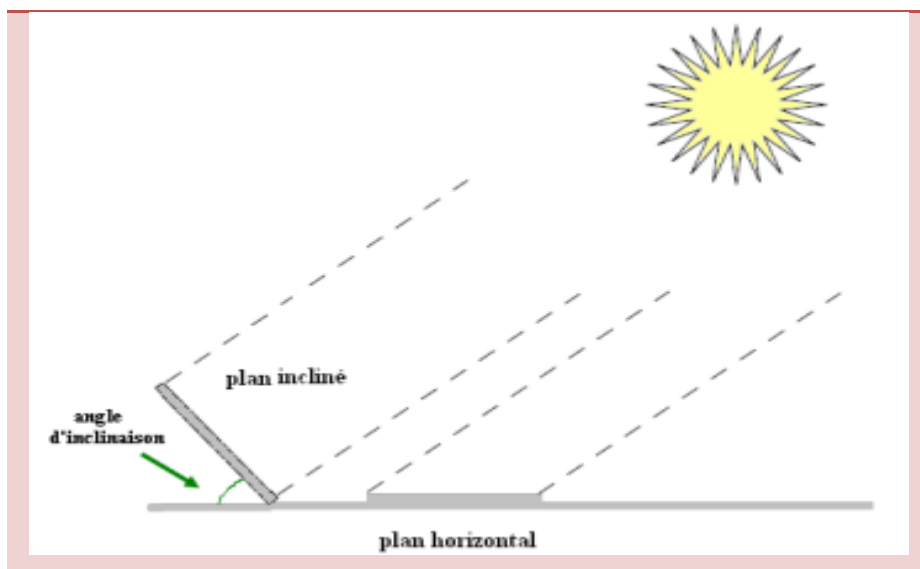


Figure I.9 : Rayonnement solaire capté par un plan horizontal et incliné.

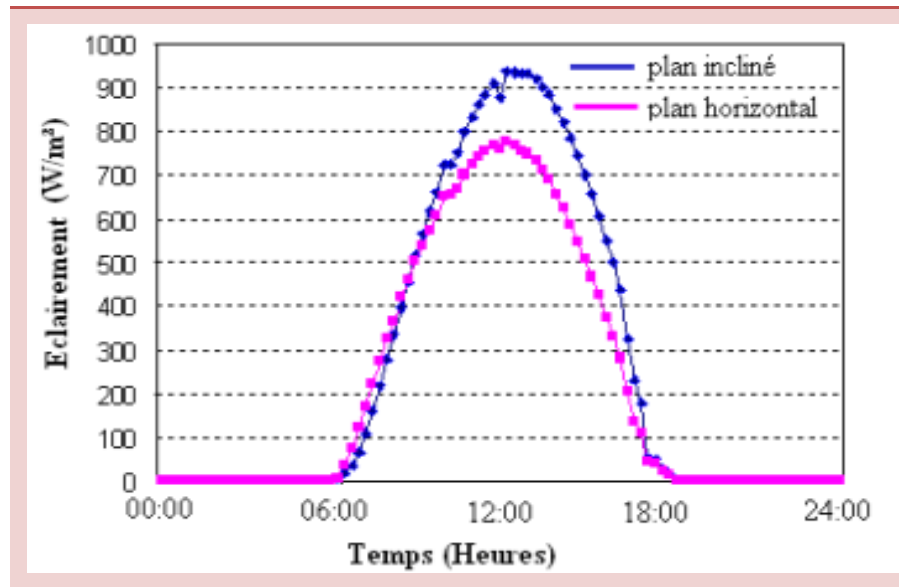


Figure I.10 : Intensité de l'ensoleillement reçu sur un plan horizontal et incliné.

I.5 Systèmes photovoltaïques

I.5.1 Historique

Quelques dates importantes dans l'histoire du photovoltaïque : [12]

- 1838 : Le physicien français EDMOND BEQUEREL découvre le processus de l'utilisation de l'ensoleillement pour produire du courant électrique dans un matériau solide : c'est l'effet photovoltaïque.
- 1875 : WERNER VON SIEMENS expose devant l'académie des sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs.
- 1954 : Trois chercheurs américains mettent au point une cellule photovoltaïque à haut rendement au moment où l'industrie spatiale cherche des solutions pour alimenter ses satellites.
- 1958 : une cellule avec un rendement de 9% est mise au point, les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.
- 1973 : la première maison alimentée par des cellules photovoltaïque.
- 1985 : la première voiture alimentée par énergie photovoltaïque en Australie.

I.5.2 Définition

La conversion photovoltaïque est la transformation directe d'une énergie électromagnétique (rayonnement) en énergie électrique de type continu directement utilisable.

I.5.3 Technologie d'une cellule photovoltaïque

I.5.3.1 Silicium monocristallin

Il est constitué d'un seul cristal offrant à la cellule un arrangement parfait des atomes. Il présente un rendement légèrement supérieur au silicium poly cristallin (environ 19 %). Néanmoins, il reste assez onéreux en raison de son exigence de grande pureté et de l'importante quantité d'énergie nécessaire à sa fabrication. [14]

I.5.3.2 Silicium poly cristallin

Il est constitué de plusieurs monocristaux juxtaposés dans différentes orientations donnant à la cellule un aspect mosaïque. Le silicium poly cristallin est la technologie la plus répandue sur le marché mondial en raison de son bon rendement (environ 15 %) pour des coûts de fabrication maîtrisés. Il offre actuellement un bon rapport qualité/prix. [14]

I.5.3.3 Silicium amorphe (a-si)

Le silicium est déposé en couche mince sur une plaque de verre ou un autre support souple. L'organisation irrégulière de ses atomes lui confère en partie une mauvaise semi conduction. Les cellules amorphes sont utilisées partout où une solution économique est recherchée ou lorsque très peu d'électricité est nécessaire, par exemple pour l'alimentation des montres, des calculatrices, ou des luminaires de secours. Elles se caractérisent par un fort coefficient d'absorption, ce qui autorise de très faibles épaisseurs, de l'ordre du micron. Par contre son rendement de conversion est faible (de 7 à 10 %) et les cellules ont tendance à se dégrader plus rapidement sous la lumière. [14]

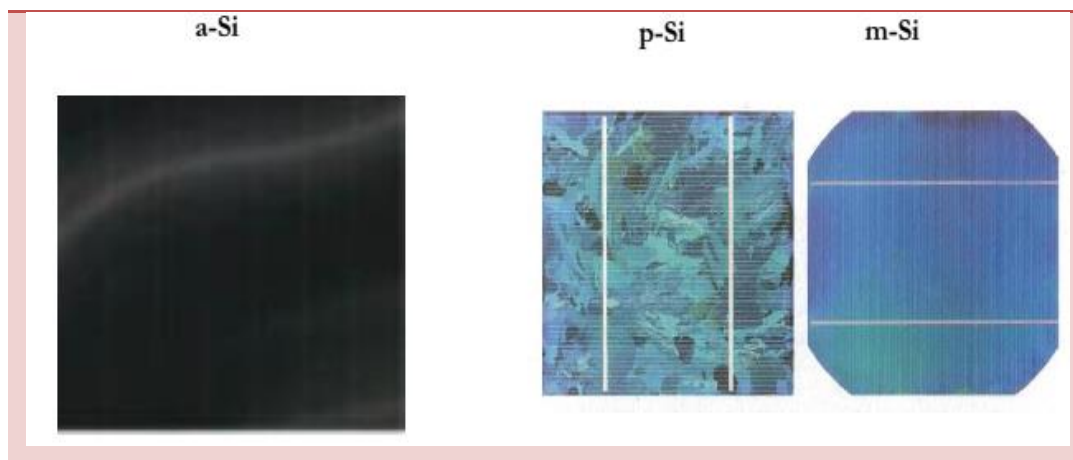


Figure I.11 : Les images de différents types de la cellule photovoltaïque.

Tableau I.1 : Classification de différents types de cellules photovoltaïques au silicium. [14]

Type	Silicium mono cristallin	Silicium poly Cristallin	Silicium Amorphe
Durée de vie	35 ans	35 ans	< 10 ans
Rendement	De 5% à 19%	De 5% à 15%	7% à 10%
Avantage	Bon rendement en soleil direct	Bon rendement en soleil direct (moins que le monocristallin mais plus que l'amorphe)	Souplesse Prix moins élevé que les cristallins Bon rendement en diffus
Inconvénient	Mauvais rendement en soleil diffus (temps nuageux...) prix élevé	Mauvais rendement en soleil diffus (temps nuageux...), prix élevé	Mauvais rendement en plein soleil.

L'effet photovoltaïque est un phénomène physique propre à certains matériaux appelés "semi-conducteurs" qui, exposés à la lumière, produisent de l'électricité. Le plus connu d'entre eux est le silicium cristallin qui est utilisé aujourd'hui dans 90% des panneaux solaires produits dans le monde. Il existe de nombreuses autres technologies déjà industrialisées, (comme les couches minces) ou en phase de recherche. [14]

I.6 Regroupement des cellules

I.6.1 Regroupement en série

Une association de (N_s) cellule en série figure (I.12) permet d'augmenter la tension du générateur photovoltaïque. Les cellules sont alors traversées par le même courant et la caractéristique résultant du groupement série est obtenues par addition des tensions élémentaires de chaque cellule. L'équation résume les caractéristique électriques d'une association série de (N_s) cellules. [13]

$$V_{coN_s} = N_s * V_{co} \quad (I.5)$$

$$I_{cc} = I_c \quad (I.6)$$

V_{coN_s} : La somme des tensions en circuit ouvert de N_s cellules en série.

I_{cc} : Courant de court-circuit de N_s cellules en série.

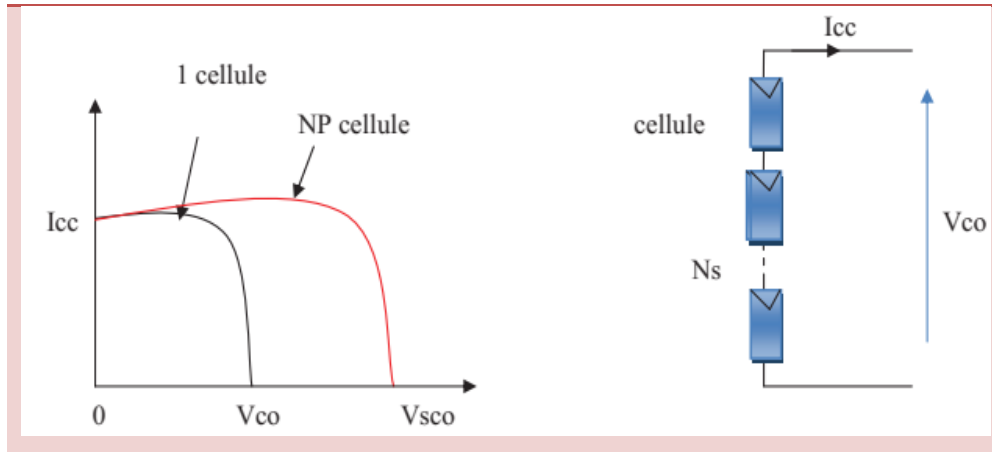


Figure I.12 : Caractéristique courant tension de N_s cellule en série

I.6.2 Regroupement en parallèle

Une association parallèle de (N_p) cellule figure (I.13) est possible et permet d'accroître le courant de sortie du générateur ainsi créé. Dans un groupement de cellules identiques connectées en parallèle, les cellules sont soumises à la même tension et la caractéristique résultante du groupement est obtenue par addition des courants.

Avec :

$$I_{ccN_p} = N_p * I_{sc} \tag{I.7}$$

$$V_{co} = V_{coN_p} \tag{I.8}$$

I_{ccN_p} : La somme des courants de court circuit de (N_p) cellule en parallèle

V_{coN_p} : tension du circuit ouvert de (N_p) cellules en parallèle

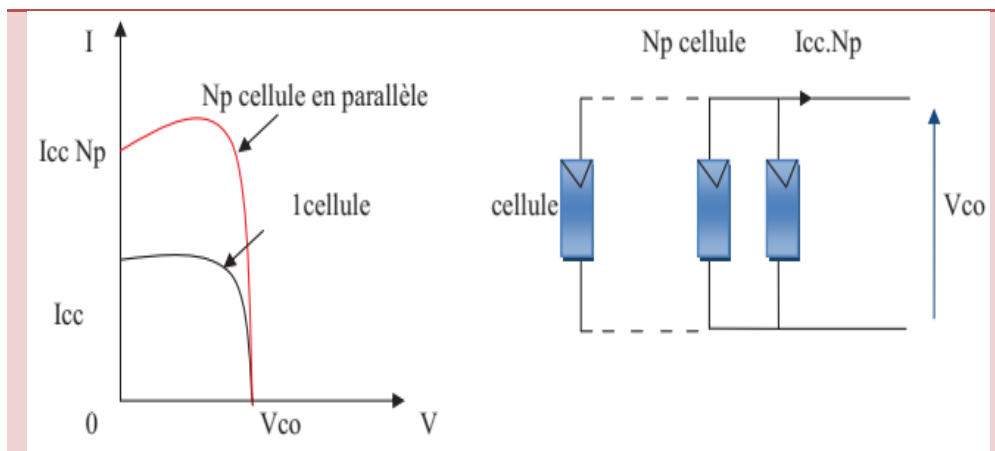


Figure I.13 : Caractéristique courant tension de (N_p) cellule en parallèle

I.6.3 Regroupement (série et parallèle)

On utilise généralement ce type d'association pour en tirer une tension importante puisque l'association en série des photopiles délivre une tension égale à la somme des tensions individuelles et un courant égal à celui d'une seule cellule. La caractéristique d'un groupement de deux modules solaires est représentée ci-dessous, ce qui peut être généralisé sur une gamme de N_s modules solaires en série. Ce genre de groupement augmente le courant.

Afin d'obtenir des puissances de quelques kW, sous une tension convenable, il est nécessaire d'associer les modules en panneaux et de monter les panneaux en rangées de panneaux série et parallèle pour former ce que l'on appelle un générateur photovoltaïque. [16]

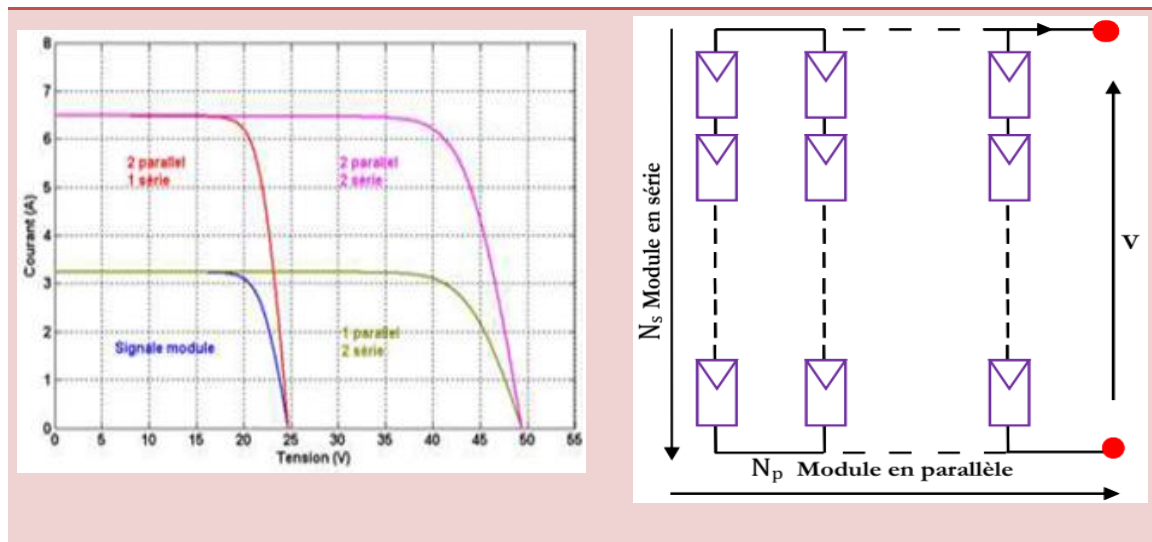


Figure I.14 : Caractéristique courant tension de cellule (série et parallèle)

I.7 Facteurs influents sur le fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

I.7.1 Influence de l'ensoleillement

L'apport d'énergie permettant la séparation électron-trous étant assuré par l'énergie lumineuse, il est donc normal que l'augmentation de l'ensoleillement E entraîne automatiquement l'augmentation des paires électrons-trous. Le courant débité est proportionnelle à l'ensoleillement E (Figure I.15). [12]

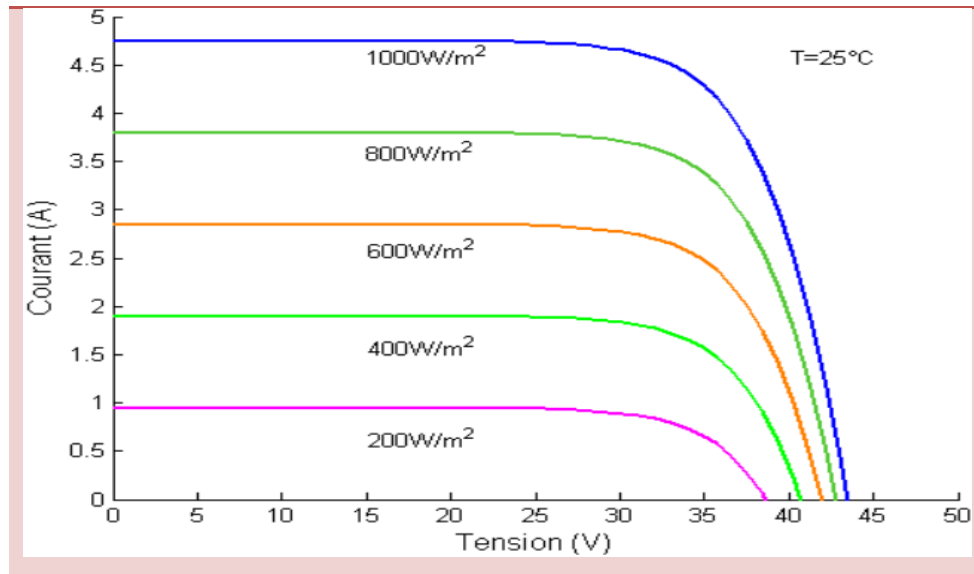


Figure I.15 : Influence de l'ensoleillement sur les cellules photovoltaïques.

I.7.2 Influence de la température

La température a une influence notable sur le rendement d'une cellule

Photovoltaïque, nous remarquons que le courant de court-circuit varie peu avec la température tandis que la tension à vide est beaucoup plus influencée. La température a donc une influence non négligeable sur le rendement d'une cellule photovoltaïque (perte de puissance de l'ordre de 9-15% pour une augmentation de 30°C . [12])

Pour le même éclairement les courbes changent avec la température des cellules (Figure I.16).

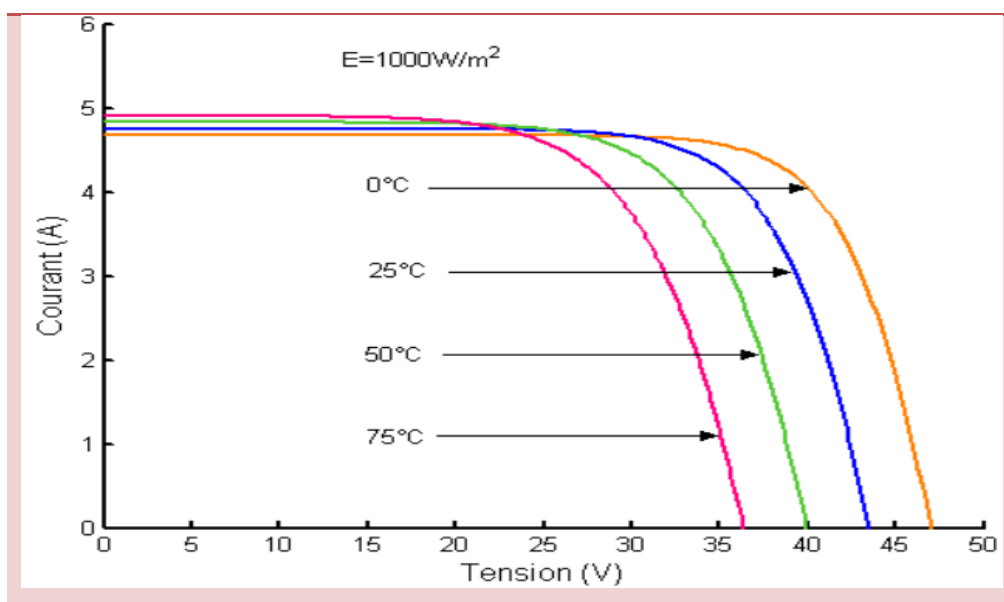


Figure I.16 : Influence de la température sur les cellules photovoltaïques.

I.8 Modules photovoltaïques

Pour produire plus de puissance, les cellules solaires sont assemblées pour former un module figure (I.17.a). Les connections en série de plusieurs cellules augmentent la tension pour un même courant, tandis que la mise en parallèle accroît le courant en conservant la tension. Ces cellules sont protégées de l'humidité par encapsulation dans un polymère EVA (éthylène-vinyl- acétate) figure (I.17.b) et protégé sur la surface avant d'un verre, trempé à haute transmission et de bonne résistance mécanique, et sur la surface arrière d'une ou de polyéthylène. [12]

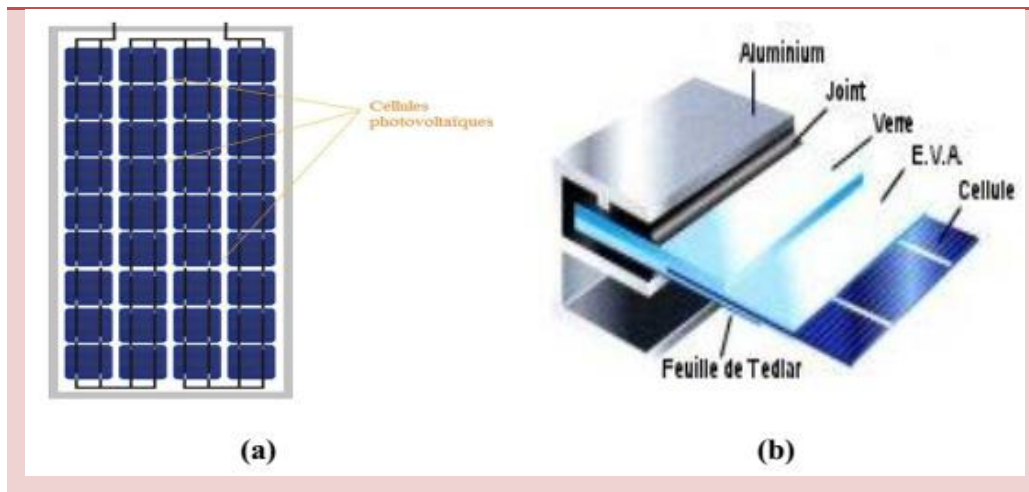


Figure I.17 : Module photovoltaïque.

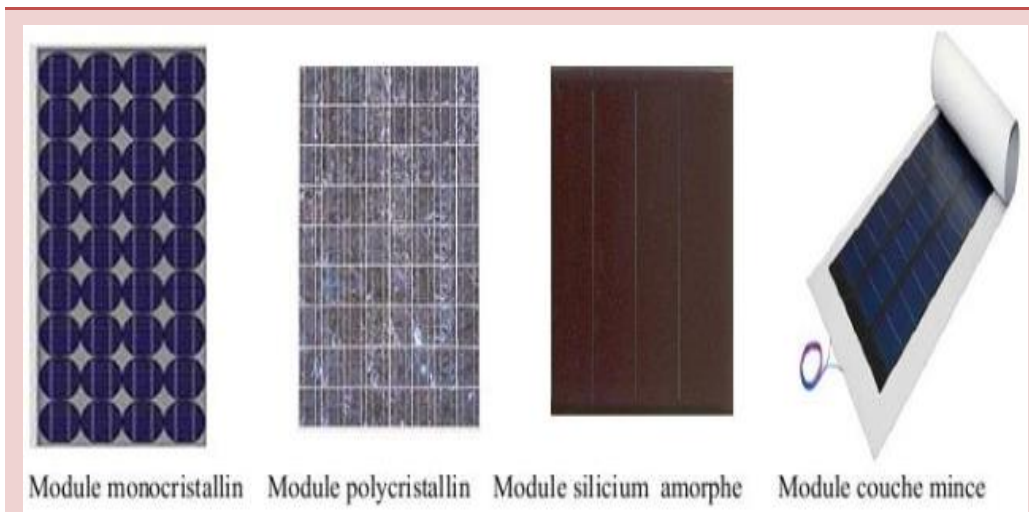


Figure I.18 : Les différents modules photovoltaïques

I.9 Les onduleurs photovoltaïques

Des réflecteurs photovoltaïques sont nécessaires pour se connecter au réseau de panneaux solaires photovoltaïques. Il permet d'adapter le courant continu du générateur PV à un courant alternatif directement utilisable ou injectable dans le réseau général. Mais ils jouent également un rôle dans la performance du système photoélectrique. L'amélioration de la production de l'installation nécessite un choix approprié du type de réflecteurs. [17]

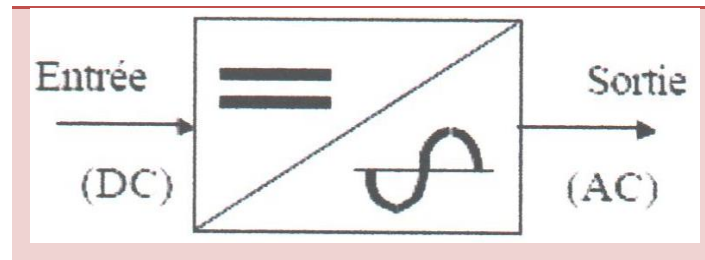


Figure I.19 : Le schéma symbolique de l'onduleur

I.9.1 Rôles d'onduleur

Les onduleurs photovoltaïques contiennent les fonctions principales suivantes :

- Convertir le courant continu produit par les unités PV en courant alternatif
- Optimiser les performances de l'installation en recherchant en permanence le point de puissance le plus élevé pour le flux optique (MPP)

I.10 Applications des systèmes photovoltaïques

Les principales applications des systèmes photovoltaïques sont énumérées ci-après.

I.10.1 Systèmes autonomes

Une installation photovoltaïque autonome est une installation qui fonctionne indépendamment du réseau électrique ou toutes autres sources d'énergies. Dans la majorité des cas, ce système est utilisé dans les sites isolés. Une tel installation doit être capable de fournir de l'énergie, y compris lorsqu'il n'y a pas de soleil (la nuit ou en cas de mauvais temps). Il faut donc qu'une partie de la production journalière des modules photovoltaïques soit stockée dans des batteries. Cette installation se compose d'un ou plusieurs modules photovoltaïques, d'un régulateur de charge, d'une ou plusieurs batteries et éventuellement d'un onduleur. [19]

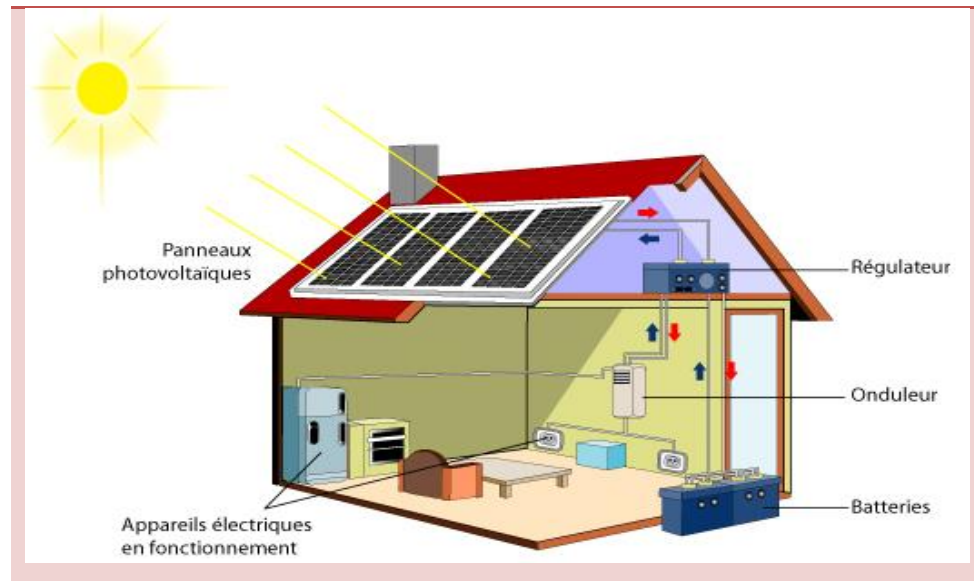


Figure I.20 : Système autonomes

I.10.2 Systèmes hybrides

Les systèmes hybrides consistent en l'association de deux ou plusieurs technologies complémentaires de manière à accroître la fourniture d'énergie. Les sources d'énergie comme le soleil et le vent ne délivrent pas une puissance constante, et leur combinaison peut permettre de parvenir à une production électrique plus continue dans le temps. Les systèmes hybrides fonctionnent tels que, les batteries sont chargées par les panneaux solaires (le jour) et par le générateur éolien (lorsqu'il y'a du vent). [20]

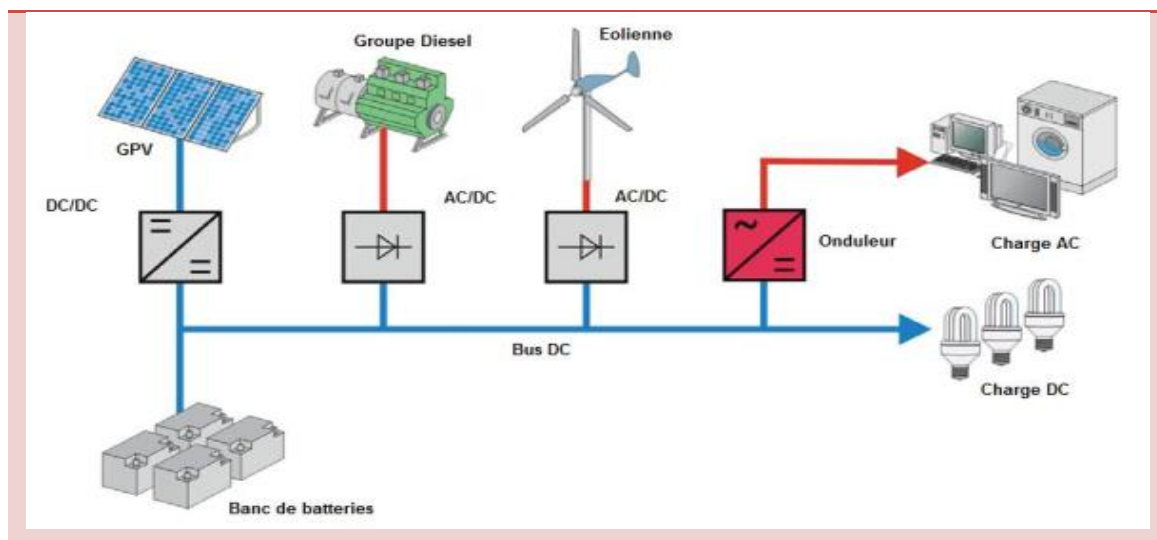


Figure I.21 : Système hybride

I.10.3 Systèmes couplés au réseau

Les installations raccordées au réseau électrique (ou reliées à une centrale de Distribution) constituent généralement une solution optimale pour la production de l'électricité solaire, tant en termes d'énergie que de coûts. Ces installations se composent de modules photovoltaïques interconnectés, d'un (ou plusieurs) onduleur(s) raccordée au réseau électrique. L'onduleur convertit le courant continu généré par les modules photovoltaïques et produit un courant alternatif conforme au réseau électrique. La figure (I.22) illustre le principe d'un système photovoltaïque connecté au réseau. [21]

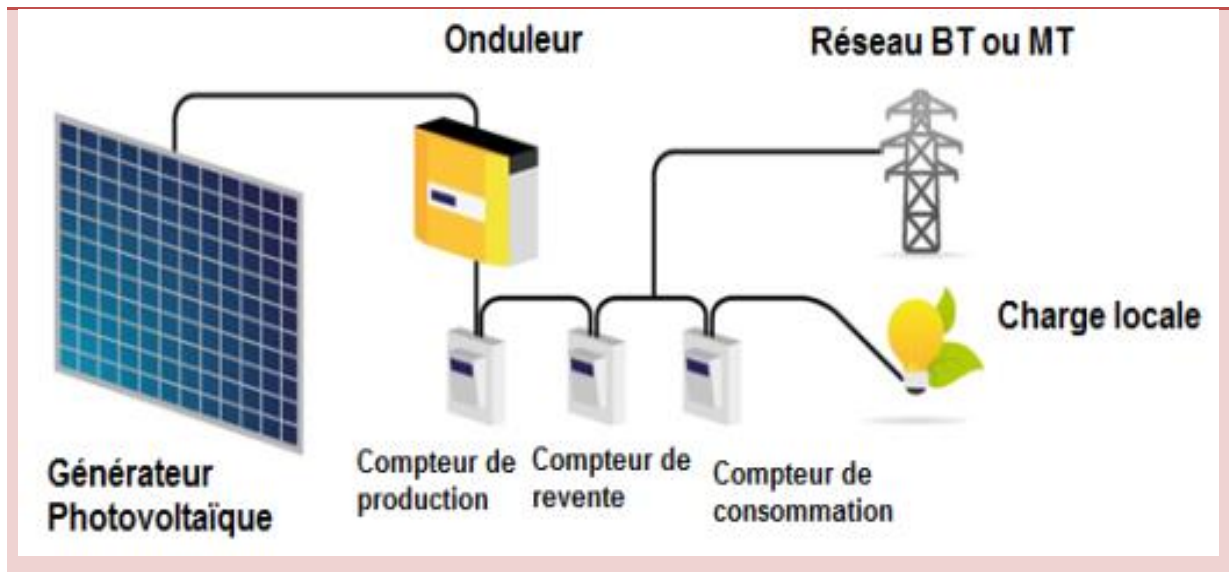


Figure I.22 : Système PV couplés aux réseaux

I.10.4 Systèmes fonctionnant au fil du soleil (Pompage photovoltaïque)

Dans les régions éloignées, désertiques ou montagneuses, l'alimentation en eau potable et d'irrigation reste toujours le souci quotidien des populations. Le pompage d'eau à l'aide de l'énergie solaire photovoltaïque est une solution bien adaptée pour ces régions. En effet, la majorité de ces régions sont très ensoleillées et cette énergie a l'avantage d'être présente et propre contrairement à l'énergie conventionnelle qui présente les contraintes de l'éloignement du réseau électrique et les contraintes du transport du combustible et les entretiens périodiques pour les moteurs diesels. Généralement, les systèmes de pompage photovoltaïque sont constitués d'un générateur photovoltaïque, un convertisseur du courant électrique qui peut être un convertisseur DC/AC pour un moteur à courant alternatif ou un convertisseur DC/DC pour un moteur à courant continu et d'un groupe motopompe. Ces systèmes fonctionnent au fil du soleil sans stockage électrochimique. L'eau ainsi pompée peut être

utilisée directement ou stockée dans un réservoir pour des utilisations ultérieures. Ce type de stockage de l'eau est la solution la plus adoptée par rapport au stockage électrochimique dans des batteries. Le générateur photovoltaïque est responsable de la conversion instantanée de l'énergie solaire en énergie électrique grâce à l'effet photovoltaïque. Le générateur photovoltaïque est constitué de plusieurs modules photovoltaïques reliés en série et en parallèle selon la puissance requise. La (figure I.23) présente les différents éléments constitutifs d'une installation solaire de pompage d'eau. [22]

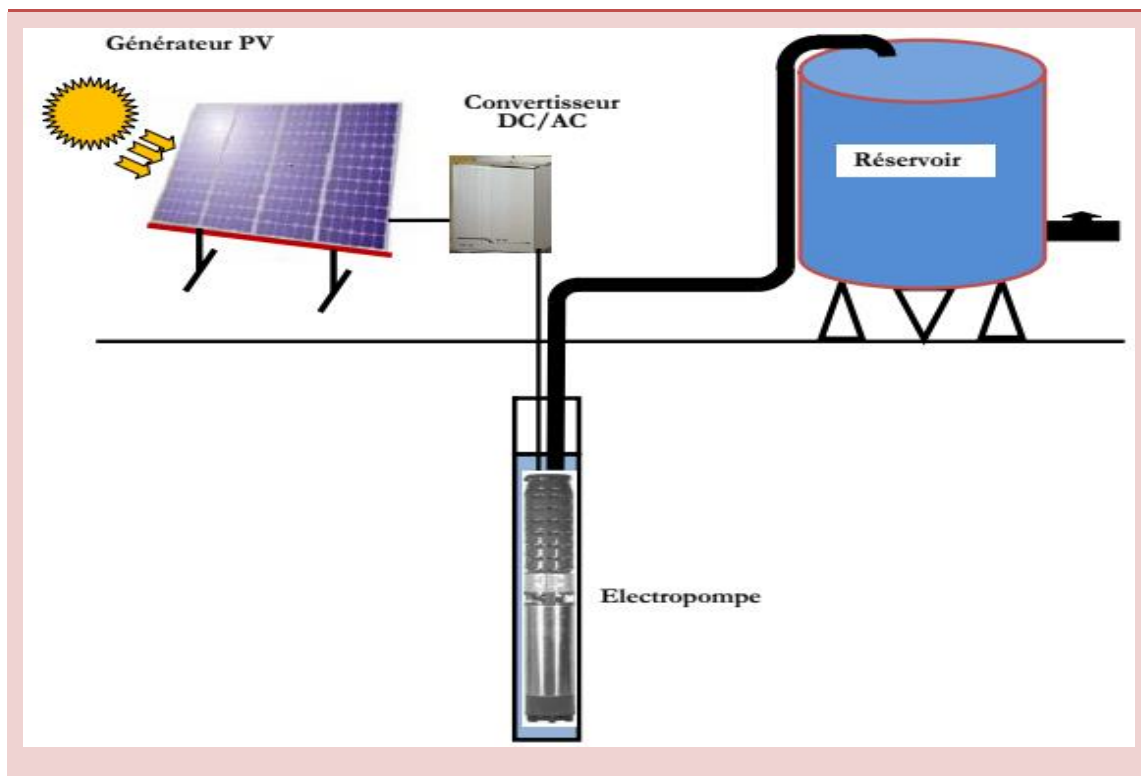


Figure I.23 : Schéma synoptique simplifié de Pompage

I.11 Les avantages et Les inconvénients des systèmes photovoltaïques

Dans ce tableau, on précise les avantages et les inconvénients les plus remarquables du système photovoltaïque :

Tableau I.2 : Les avantages et Les inconvénients des systèmes photovoltaïques

Les avantages et Les inconvénients des systèmes photovoltaïques	
Les avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Le soleil est une source d'énergie propre et renouvelable, qui ne produit ni le gaz ni le déchet toxique par son utilisation. • Le processus photovoltaïque est complètement à semi-conducteurs et d'un seul bloc. Il n'y a aucune pièce mobile et aucun matériau n'est consommé ou émis.
Les inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • prix : les cellules solaires sont encore lointaines pour produire une fraction significative de l'énergie du monde requise en raison de la charge de placement initiale. rayonnement du soleil : l'intensité d'irradiante du rayonnement du soleil en un jour, toujours, change et flotte. • ils sont tributaires des conditions météorologiques. • l'énergie issue du générateur photovoltaïque est continu et de faible voltage (< à 30V) donc il doit être transformé par l'intermédiaire d'un onduleur.

I.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous présentons les principales caractéristiques et technologies des composants du générateur photovoltaïque, et nous avons montré l'effet de la température et de l'éclairage sur l'efficacité de la cellule. En fin de compte, nous avons donné les avantages et les inconvénients les plus importants de ce système solaire.

Chapitre 02

Étude hydrogéologique et météorologique de la région d'étude

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous examinerons les aspects géologiques et hydrographiques de l'état de Biskra, en parlant des valeurs du rayonnement solaire national et local de l'état de Biskra, Puis nous sortons dans ce dernier avec la valeur de rayonnement sur laquelle nous construisons notre étude du pompage du photovoltaïque.

II.2 Situation géographique

L'agglomération de EL Ghrous est localisée au partie ouest du siège de wilaya de Biskra sur la route nationale 46, à 50 km du siège de wilaya, elle est limitée par :

- Le Nord : Tolga et Shuaiba
- Le Sud : Lioua et borj Ben Azzouz
- L'Est : foughala
- L'Ouest : Doucen



Figure II.1 : Limites administratives d'EL Ghrous

II.2.1 Zone et population

Sa superficie est de 245,30 km

Population 16358 personnes

II.2.2 Agriculture

a) Palm

Est la première municipalité du pays avec un demi-million de palmiers produisant les meilleures dates.

b) Agriculture protégée

La première municipalité du pays avec 15 000 maisons en plastique produit divers légumes.

II.3 Cadre Géologique

La région de Biskra constitue une des zones les plus franches de transition entre les domaines atlasiques montagneux et plissés du Nord (Algérie méditerranéenne) et les étendues plates et désertiques du Sahara septentrional au Sud (Algérie saharienne).[24]

II.3.1 Stratigraphie

Dans l'ensemble, la région de Biskra est formée de plusieurs types de terrains

✓ **Trias**

Le trias constitue les plus anciennes formations reconnues dans la région de Biskra. Il se rencontre en position stratigraphique anormale ou éjecté au sein des séries encaissantes à la faveur des cassures. Il est formé d'argile (bariolées ou violettes) gypsifères et salifère à cristaux d'aragonite, d'anhydrite, de quartz bipyramide ou encore d'hématite dus à des transformations secondaire et englobant des amas de roches diverses de l'ensemble de la couverture post-triasique.

Le Trias est souvent remarquable sur le terrain par son faciès évaporitiques : argiles versicolores, sels, gypses et anhydrites accompagnés de blocs de roches remaniées. Sur la marge septentrionale de la plate-forme saharienne, il est formé à la base d'une série grésos-argileuse de plus de 400 mètres d'épaisseur, surmonté d'une formation essentiellement, composée d'évaporation, argiles de carbonates appelée « le salifère principal » [23]

✓ **Le Jurassique**

Il n'affleure pas dans les limites de la région de Biskra. Il n'est visible qu'entre Biskra et Batna, au niveau du (Djebel Azreg) où il constitue le cœur de celui-ci. Il est à dominance carbonatée, marne, calcaire marneux et calcaire. [23]

✓ **Le crétacé**

Deux séries s'individualisent dans les formations crétacées : une série gréseuse basale du Crétacé inférieur (Berriasien - Albien) et une série marno-calcaire sommitale du Crétacé supérieur (Cénomaniens – Maestrichtien) [24]

✓ Crétacé inférieur

Il constitue l'essentiel des affleurements des Djebel Chélia, Djebel Ichemoul et le flanc Sud du Djebel Azreg

✓ Le Néocomien

Il est à tendance générale argilo-gréseuse, néanmoins, il admet des intercalations de formations carbonatées (calcaires et dolomies).

✓ L'Aptien

Il débute par des bancs de carbonates massifs en alternance avec des marnes grises. Vers la fin de la séquence, les grés similaires à ceux du Barrémien réapparaissent.

✓ L'Albien

La série stratigraphique se continue par une alternance de bancs de grés métriques de couleur gris blanche à grains fins et d'argiles gris vert, friables parfois indurées vers la partie supérieure apparaissent les dépôts marins, calcaires massifs et marnes qui annoncent la transgression cénomaniennne à l'échelle régionale et même au-delà.

✓ Crétacé supérieur

Les dépôts du Crétacé supérieur sont représentés par des assises épaisses composées de marnes et calcaires avec des restes abondants de fossiles. Tous les étages y sont développés ici sans discordance apparente.

✓ Maestrichtien

Ces dépôts sont représentés par les marnes feuilletées gris verdâtre et gris foncé, avec des couches et intercalations isolées de calcaires microcristallins et à grains fins et de calcaires coquilles.

Dans la partie inférieure de l'étage, on observe des couches épaisses de calcaires massifs gris clair, avec des barres puissantes de marnes argileuses et dans la partie supérieure, des lentilles de grés calcaireux gris jaunâtre à petit grain.

✓ Le paléocène

Le passage du Maestrichtien au Paléocène se fait progressivement. Il est composé essentiellement de marnes à fines passées de calcaires.

✓ L'Eocène

L'Eocène est très développé. Le faciès change d'une région à une autre. On reconnaît des calcaires massifs bioclastiques fortement fracturés et karstifiés avec des intercalations de marnes grises. Vers le sommet de la série, la série évolue progressivement vers des dépôts à tendance continentale degrés à grains fins, d'argiles rouges à fines passées de gypse (Lutétien supérieur) [23]

✓ L'éocène inférieur

Il est représenté par des calcaires blancs riches en silex noirs très caractéristiques, d'une épaisseur variant entre 150 et 200 m. les calcaires blancs de l'éocène inférieur sont généralement pourvus en fossiles. Néanmoins, sur les collines au Nord de Tolga, ont été recueillis quelques nummulites globulosus, nummulites subirrégularis et operculina amonéa caractéristiques de cet étage.

✓ L'Eocène moyen

C'est une formation très épaisse, représentée par des argiles, marnes rouges et blanches à gypse et à anhydrite, dépôts exclusivement lagunaires

✓ Miocène inférieur et moyen

La miocène inférieure repose directement sur le maestrichtien juste au nord de M'Chouneche, il est simplement constitué par des alternances de poudingues à ciment calcaire et de lentilles de marnes. Il est constitué par des conglomérats jaune grisâtre à gris, des grés, des marnes, des argiles et rarement des calcaires et des gypses. dans les dépôts s'observent des restes des Gastéropodes d'eau douce

✓ Miocène supérieur

Les dépôts du Miocène supérieur sont partout constitués par des marnes grises- verdâtre et dans la partie inférieure des marnes gris bleuâtre, avec des intercalations de gypses, d'argiles, d'argilites, degrés et de rares-inter lits de calcaires et conglomérats. La faune est représentée par des huîtres et rarement des Gastéropodes.

✓ Pliocène

Les dépôts du Pliocène sont représentés par des marnes gris clair et jaunâtre, avec des sables, des conglomérats non compacts, des grés et de faibles épaisseurs de calcaires

lacustres. Il forme de vastes affleurements dans la partie Sud-Est de la région de Biskra, il comprend différents dépôts.

✓ **Le Quaternaire**

Les dépôts quaternaires remplissent une grande partie de notre région d'étude. Ils sont représentés par des formations essentiellement lacustres. Des dépôts alluviaux et des éboulis de pente. [23]

✓ **Le Quaternaire inférieur**

Il est constitué par des galets, des grès, des limons sableux, des terres argileuses et des conglomérats faiblement consolidés. La surface est souvent recouverte par une croûte carbonatée épaisse de 1 à 3 m. Les dépôts du Quaternaire inférieur sont répandus sous forme de lambeaux sur les formations du Néogène.

✓ **Le Quaternaire Moyen**

Il est caractérisé par :

- Couche de croûte calcaro-gypseuse.
- Travertins des sources thermales
- Alluvions sablonneuses et argileuses dans les grandes plaines

II.3.2 La tectonique

L'importance de la tectonique qui a affecté le domaine saharien résulte de deux étapes orogéniques principales :

La limite méridionale de l'Atlas saharien est constituée par la flexure saharienne ou accident sud-atlasique formé de failles et de flexures en relais dont le rejet peut être supérieur à 2000 mètres et dont la résultante est un abaissement général du Sahara par rapport à l'Atlas saharien.

Les différentes failles composant la flexion saharienne longent toujours le flanc Sud des anticlinaux. [23]

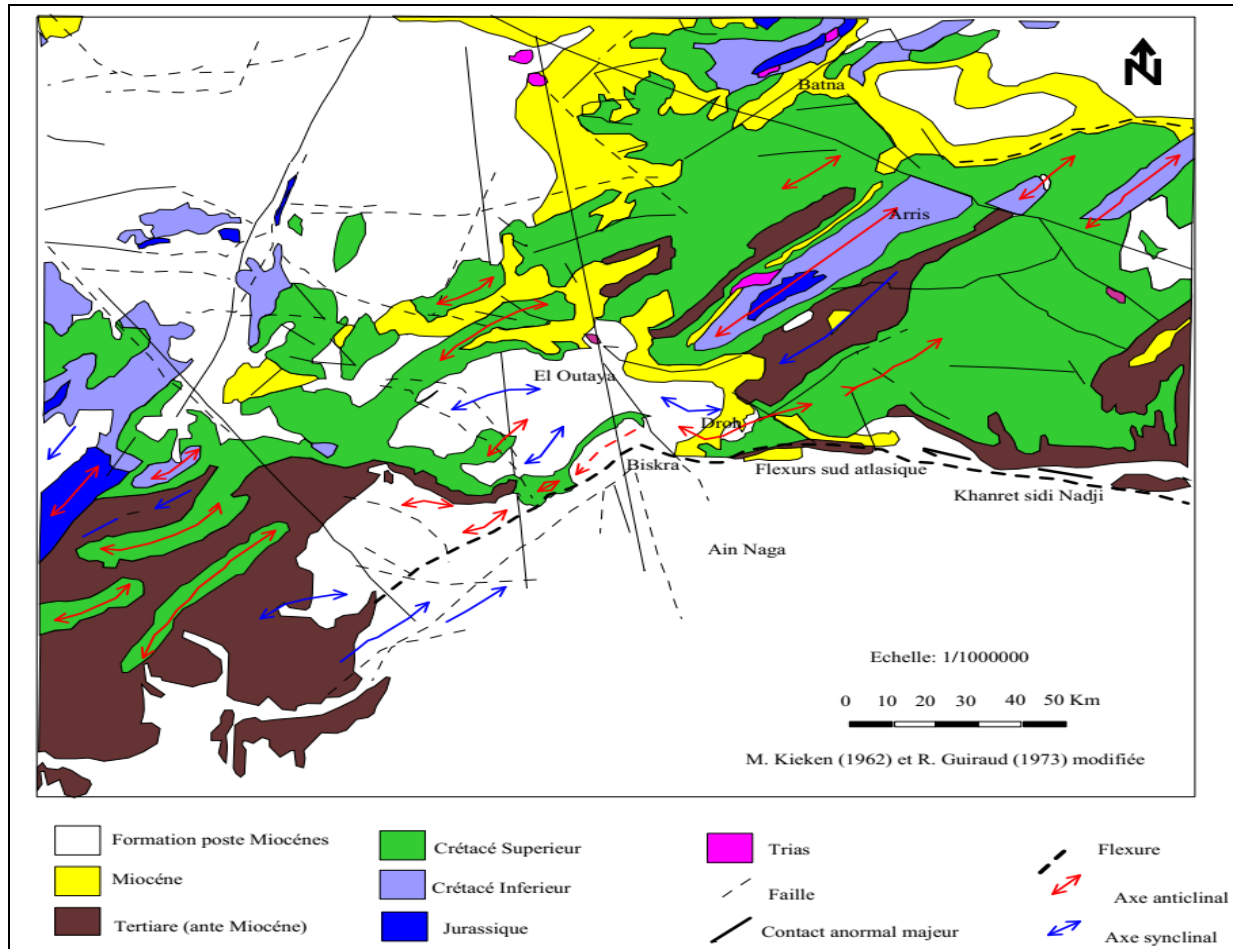


Figure II.2 : Extrait de la carte Structurale

II.4 Hydrogéologie de la région

La connaissance de l'hydrogéologie de la région hydrodynamique est très intéressante car elle permet d'envisager les échanges souterrains qui peuvent se produire dans les aquifères. Se basant sur la description géologique des terrains hydrogéologiques de chaque formation.

Les ressources en eaux souterraines dans la wilaya sont représentées par deux grandes aquifères multicouches et d'une nappe phréatique du Quaternaire (Tableau n°19-a), qui sont les suivants :

II.4.1 Nappe phréatique

Cette nappe se localise généralement dans l'accumulation alluvionnaire, elle est alimentée essentiellement par les eaux des précipitations d'infiltration des oueds et des eaux d'irrigation. Les nappes les plus importantes dans la wilaya, sont celles de l'Oued Biskra et de l'Oued Djalal. Elle est fortement exploitée dans les régions d'Ouled Djalal, Sidi Khaled et la ville de

Biskra. La profondeur de cette nappe est comprise entre 20 et 100 m, avec un débit oscillant entre 05 et 20 l/s et une qualité chimique qui se situe de bonne à mauvaise, selon les zones.

II.4.2 Complexe terminal

a) Nappe des sables

Elle est constituée par une alternance de niveaux d'argile, de sable et de cailloutis d'âge du Mio-Pliocène, elle couvre une grande superficie de la wilaya. Cette nappe est fortement exploitée dans la partie est de la wilaya et surtout dans la zone de M'Ziraa. Sa profondeur varie de 100 à 900 m, avec un débit qui oscille entre 20 et 60 l/s et un résidu sec variant de 2 à 4 g/l.

b) Nappe des calcaires

Cette nappe est constituée essentiellement de calcaire fissuré d'âge éocène et Sénonien ; elle est la plus sollicitée dans les palmeraies des Ziban ; cette dernière est appelée ((nappe de Tolga)) (Figure 10). Sa profondeur varie de 100 à 130 m, avec un débit qui oscille entre 20 et 60 l/s et un résidu sec variant de 0,6 à 3 g/l.

c) Continental Intercalaire

C'est un réservoir très important, constitué essentiellement de grès et de marne d'âge Albien et Barrémien. Son exploitation est très coûteuse en raison de sa profondeur, qui dépasse les 2000 m, la température de l'eau peut dépasser les 60°C. Cette nappe est exploitée dans la wilaya par 19 forages.

Cette nappe est représentée également dans la wilaya par des sources hydrothermales qui sont : la source de Hammame Essalhines dans la commune de Biskra et celle de Sidi El Hadj dans la commune d'El-Outaya. [27]

Tableau II.1 : Caractéristiques par Daïra, des nappes captées à travers la wilaya

Daïra	Nappe	Prof. (m)	Q (l/s)	N.S(m)	R.S (g/l)
ZRIBET EL OUED	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	16-88	2-4
	PONTIEN	500-900	20-30	Art	2
SIDI OKBA	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	04-46	2-4
	PONTIEN	500-900	20-30	Art	2
OULED DJELAL	PHREATIQUE	20-60	1-4	03-10	2-4
	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	10-20	2-4
	EOCENE INF	90-500	5-40	10-50	0.5-4
	ALBIEN	1700-2600	60-120	Art	2-3
SIDI KHALED	PHREATIQUE	20-60	1-3	03-10	2-4
	MIO-PLIOCENE	90-500	5-40	90-120	0.5-4
	ALBIEN	1500-2500	40-120	Art	3
BISKRA	PHREATIQUE	20-60	1-3	03-10	2-4
	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	10-15	2-4
	EOCENE INF	90-500	5-40	20-50	0.5-4
	ALBIEN	2500	25	Art	3
TOLGA	PHREATIQUE	20-60	1-3	02-05	2-4
	EOCENE INF	90-500	5-40	Art-50	0.5-4
	ALBIEN	1700-2600	60-120	Art	2-3
FOUGHALA	PHREATIQUE	20-60	1-3	03-05	2-4
	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	07-10	2-4
	EOCENE INF	90-500	5-40	20-50	0.5-4
	ALBIEN	1700-2600	60-120	Art	2-3
OURLAL	PHREATIQUE	20-60	1-3	02-05	2-4
	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	06-10	2-4
	SENONO-EOCENE	90-500	5-40	Art	0.5-4
	ALBIEN	2500	25	Art	3
EL OUTAYA	PHREATIQUE	15-20	2	10	3
	MIO-PLIOCENE	90-250	5-15	20	2-4
EL KANTARA	PHREATIQUE	15-20	2	10	1-2
	MAESTRICHTIEN	200-800	20	20	1
DJEMORAH	MIO-PLIOCENE	150	10	10	2-4
	MAESTRICHTIEN	100-350	10	20	1-2
MCHOUNECHE	MIO-PLIOCENE	80-20	3-5	32-43	3-4
	MAESTRICHTIEN	150-500	8-30	Art-68	1

II.5 Potentiel solaire national et local

II.5.1 Potentiel solaire national

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaire les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara).

L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m^2 est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de $1700\text{KWh}/\text{m}^2/\text{an}$ au Nord et 2263. [18]

Tableau II.2 : Potentiel solaire National

Régions	Région côtière	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$)	1700	1900	2650

Ce gisement solaire dépasse les 5 milliards de GWh.

II.5.2 Potentiel solaire local (Biskra)

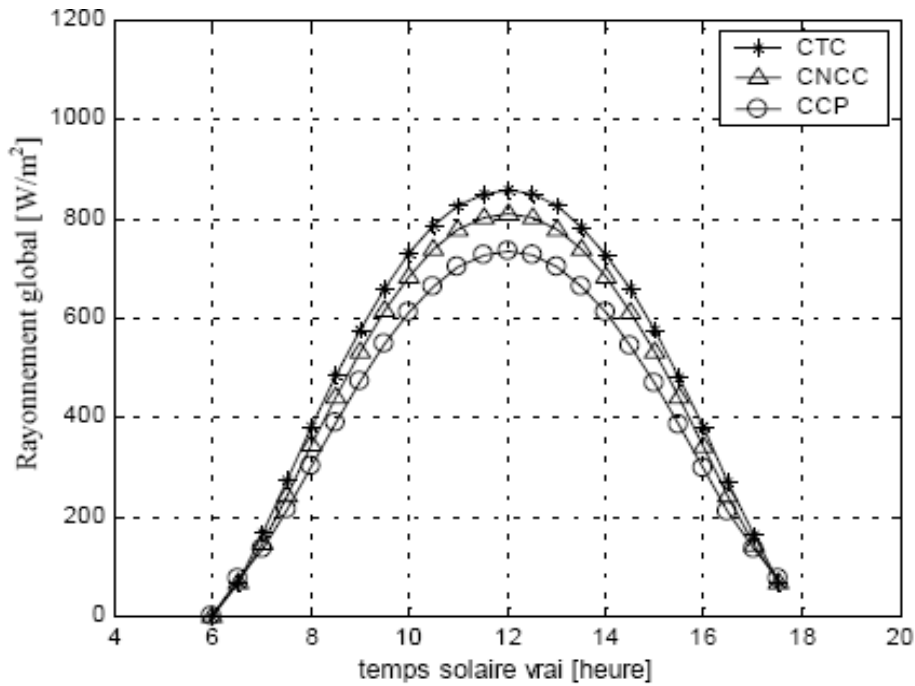
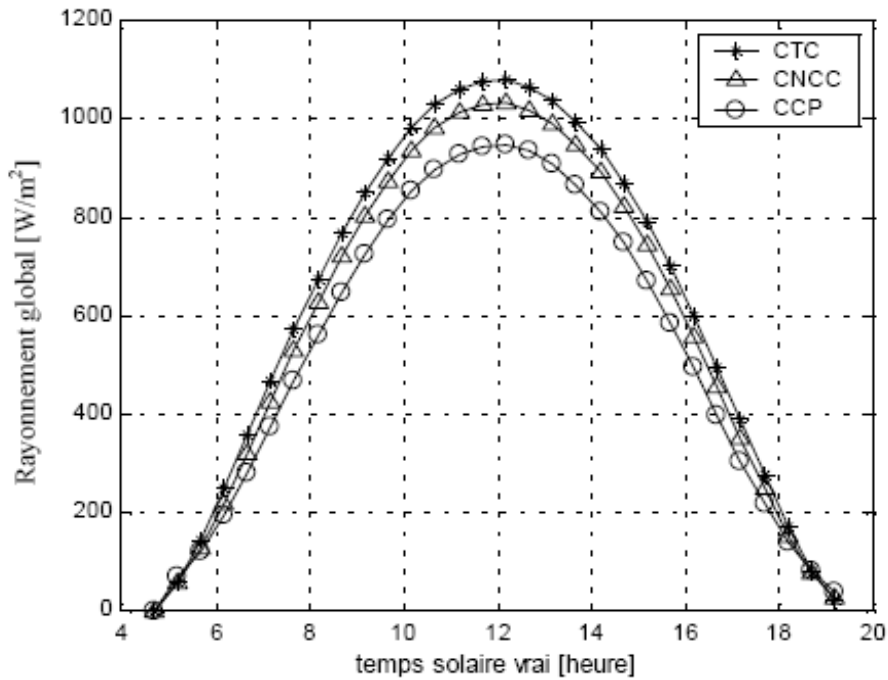
II.5.2.1 Estimation du rayonnement solaire de wilaya de Biskra

En fonction des besoins d'énergie, pour estimer le rayonnement solaire, il existe plusieurs méthodes et des instruments classiques de mesure de rayonnement solaire qui le permettent, les plus connus sont :

- ✓ Le pyranomètre : C'est un appareil qui est utilisé pour la mesure du rayonnement global reçu par une surface plane.
- ✓ L'héliographe : Cet instrument mesure la durée d'ensoleillement journalière.
- ✓ Pyrhéliomètre : C'est un radiomètre qui mesure le rayonnement direct reçu par une surface normale aux rayons du soleil.

L'objet de cette étude, n'est pas de présenter ces instruments. Donc il existe d'autres modèles basés sur le traitement d'images, permettant d'estimer le flux de rayonnement solaire, les plus connus sont les approches physiques, analytiques et statistiques. Pour cela on a choisi deux modèles approchés de PERRIN DE BRICHAMBEAUT et de LIU et JORDAN qui donnent de bons résultats pour l'estimation d'irradiation sur un plan horizontal et incliné respectivement. [26]

a) Modèle de PERRIN DE BRICHAMBEAUT (plan horizontal)

**Figure II.3 :** Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Mars**Figure II.4 :** Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Juin

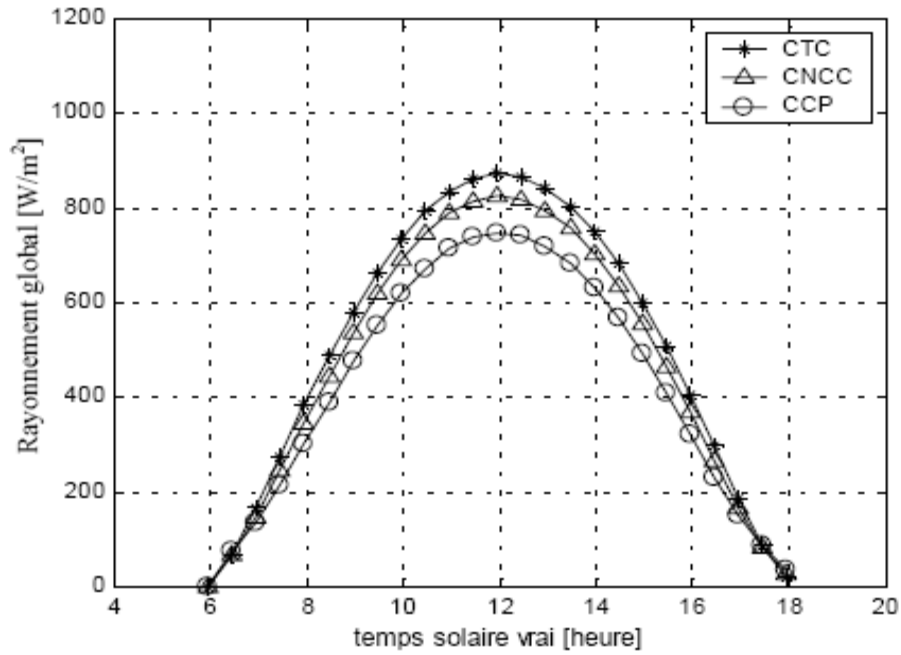


Figure II.5 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Septembre

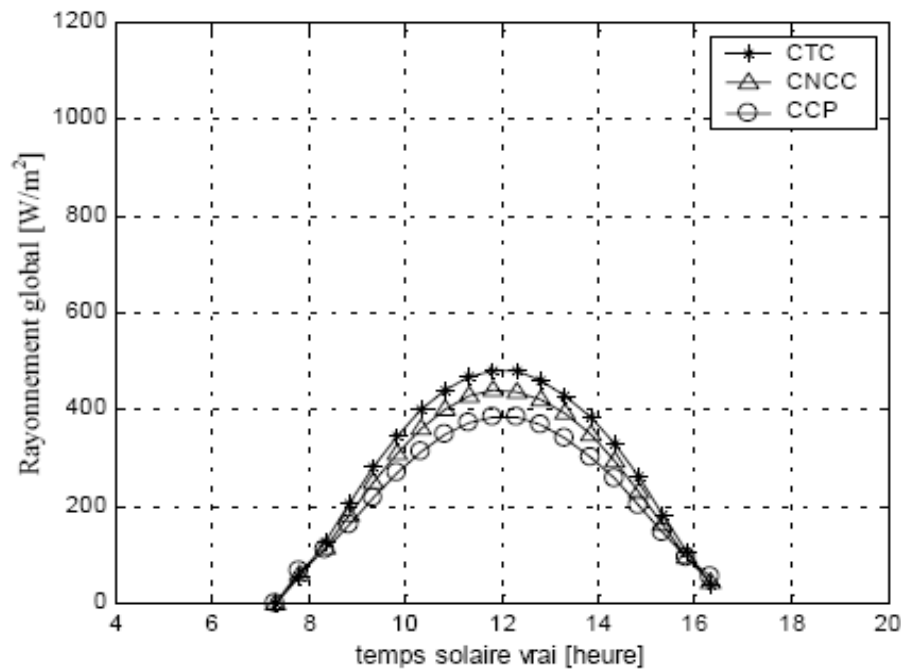


Figure II.6 : Rayonnement global sur un plan horizontal dans le site de Biskra pour 21 Décembre

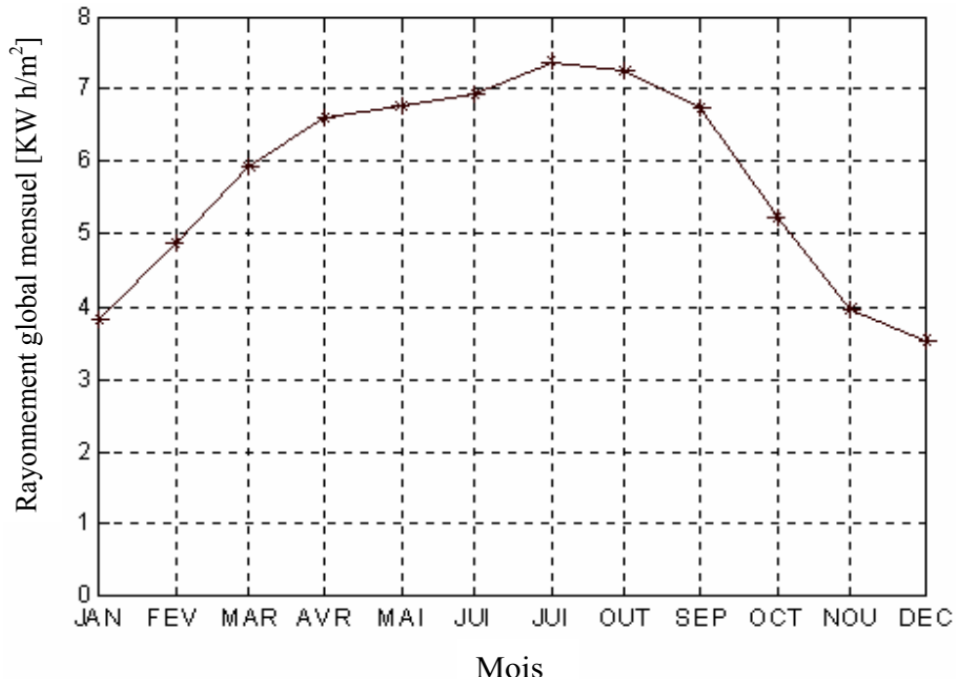


Figure II.7 : Rayonnement global mensuel reçu dans le site Biskra sur un plan horizontal

b) Le Modèle de LIU et JORDAN (plan incliné)

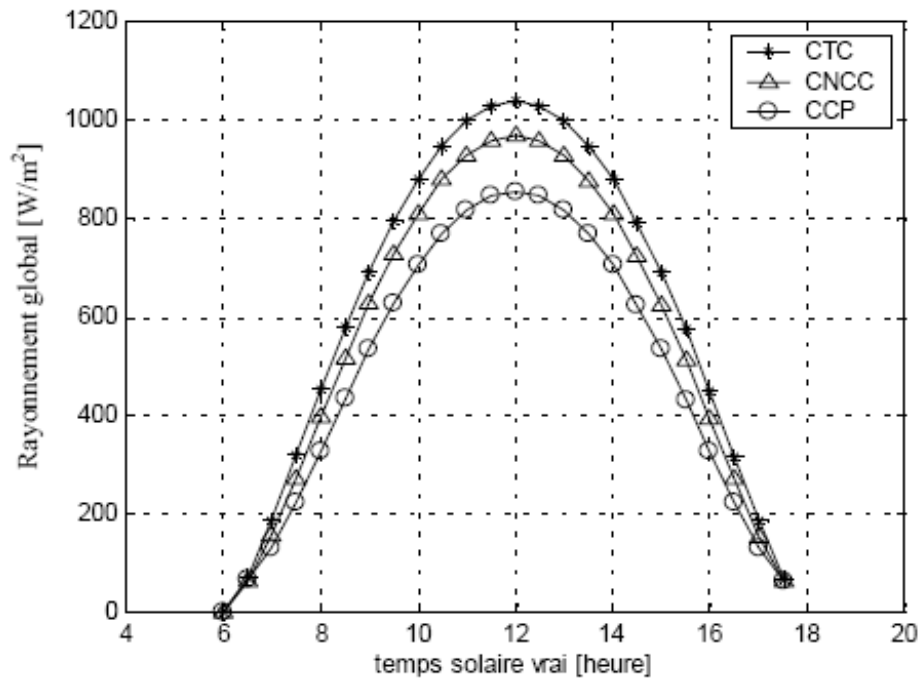


Figure II.8 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Mars.

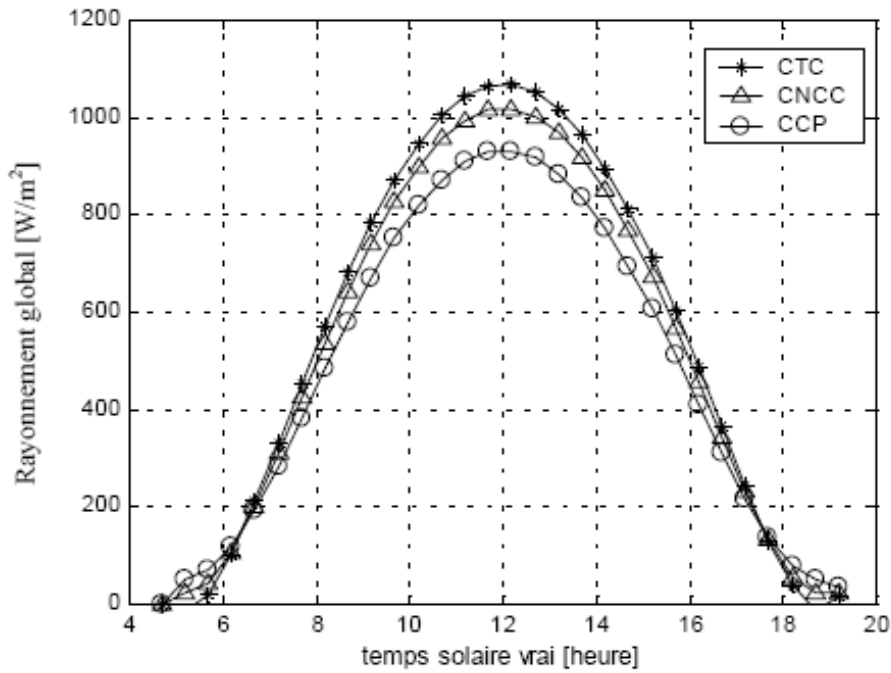


Figure II.9 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Juin

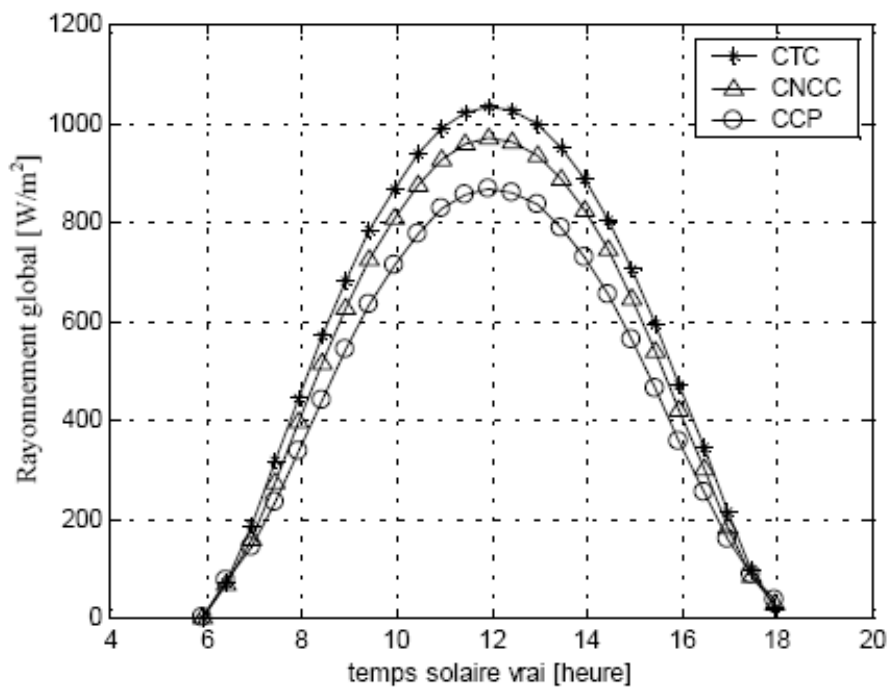


Figure II.10 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Septembre.

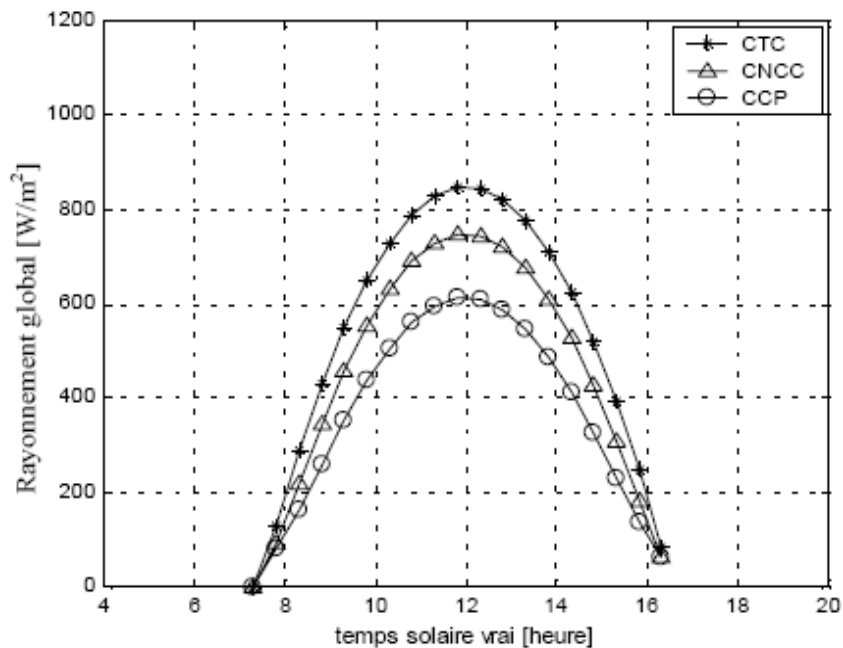


Figure II.11 : Rayonnement global sur un plan incliné dans le site de Biskra pour 21 Décembre.

- **CTC** : un ciel très clair.
- **CNCC** : conditions normales de ciel clair.
- **CCP** : un ciel clair pollué.

✓ **Remarque**

- la simulation on suppose que le ciel est très clair dans le site de Biskra.

On remarque que pour la journée du 21 Juin, le rayonnement global est maximal au midi solaire vrai qui peut atteindre 1100 W/m^2 .

Pour la modélisation de système on ne va tenir compte que du rayonnement direct.

- Biskra est doté d'un fort potentiel de rayonnement solaire, et la région est caractérisée par une saison d'été très chaude (Juin - Septembre) avec une température moyenne mensuelle de 22.4°C .

Nous avons également des cartes d'Irradiation globale journalière reçue en mois de juillet et décembre sur le plan horizontale et le plan normal en $[\text{kWh} / \text{m}^2 / \text{j}]$: [37]

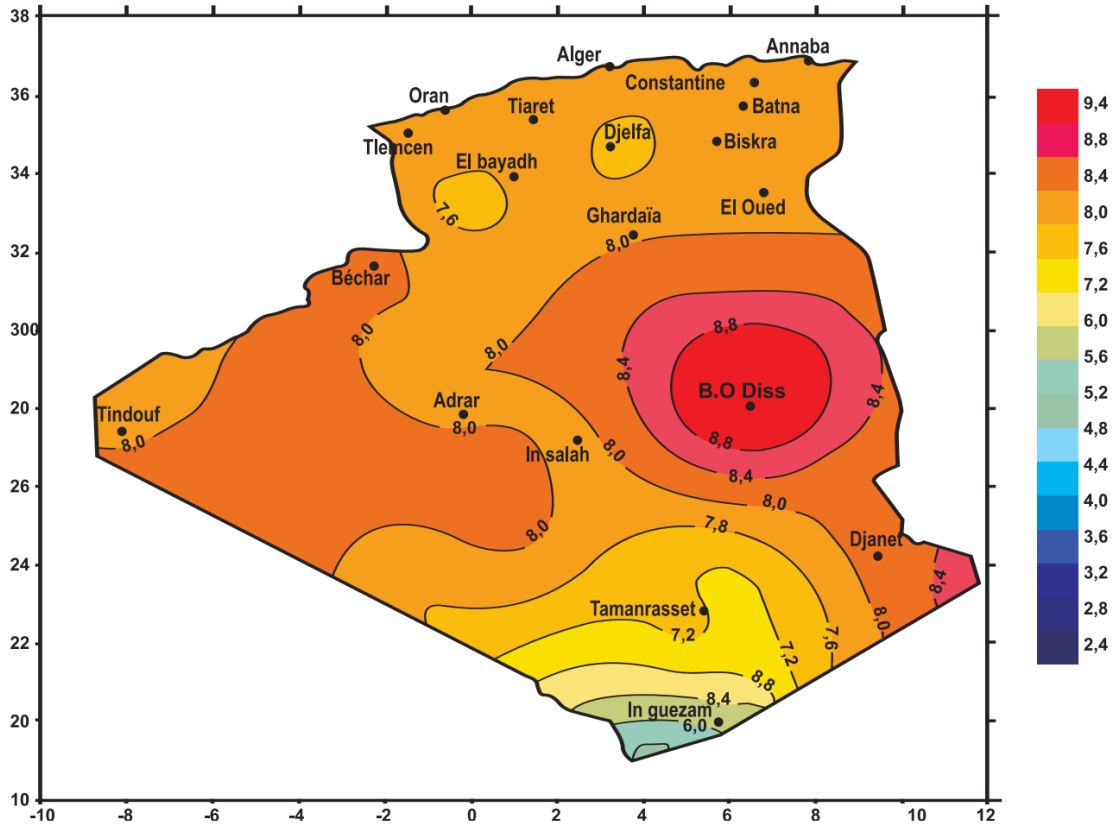


Figure II.12 : Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Juillet

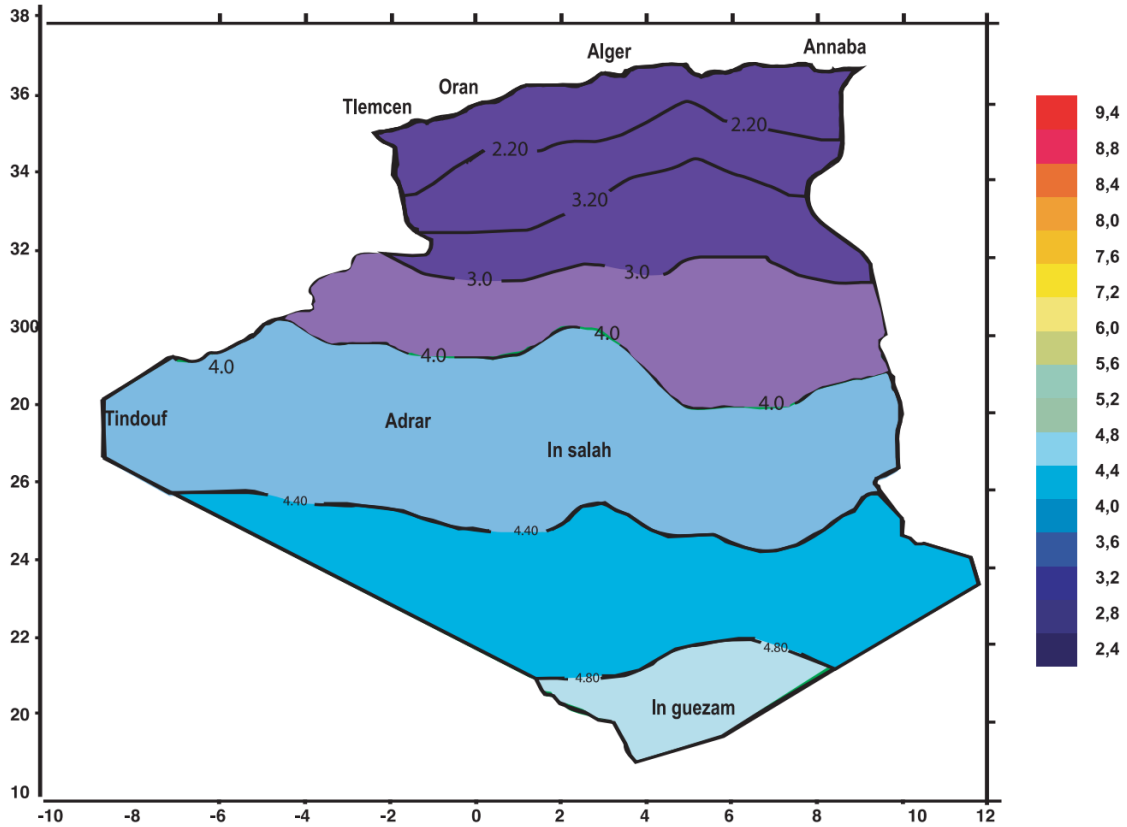


Figure II.13 : Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Décembre

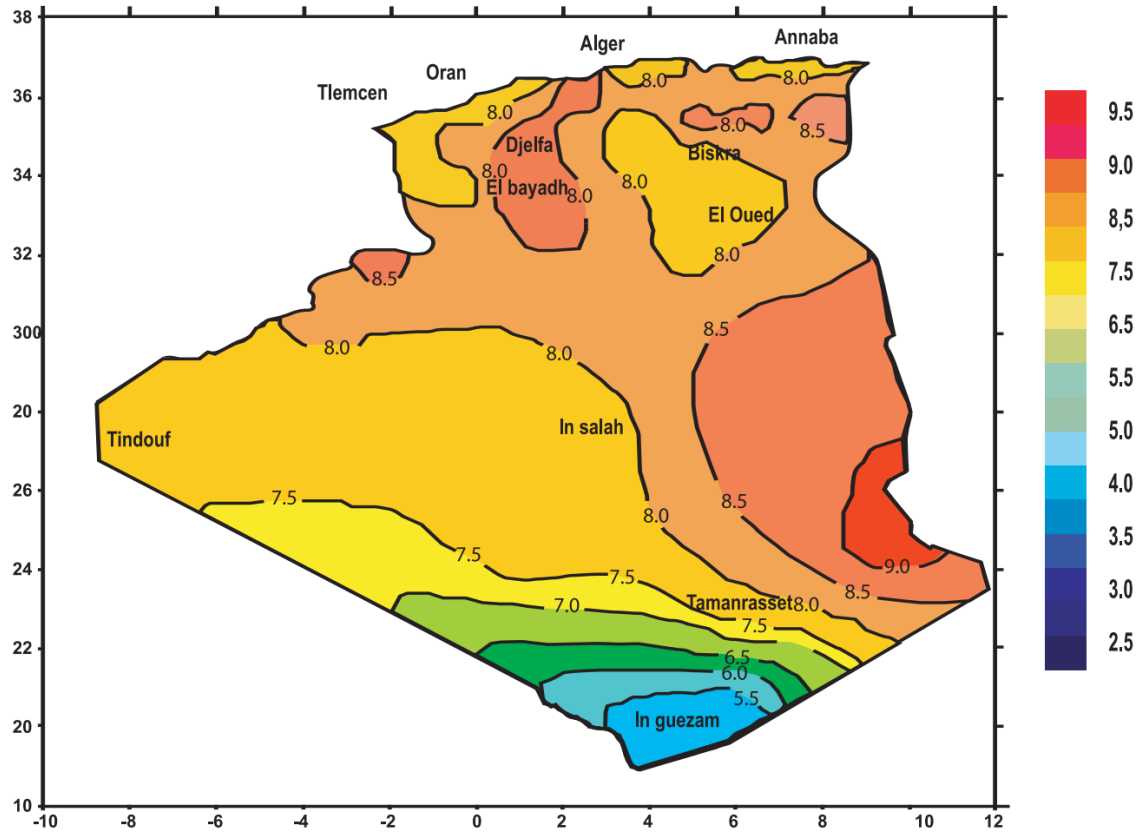


Figure II.14 : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Juillet

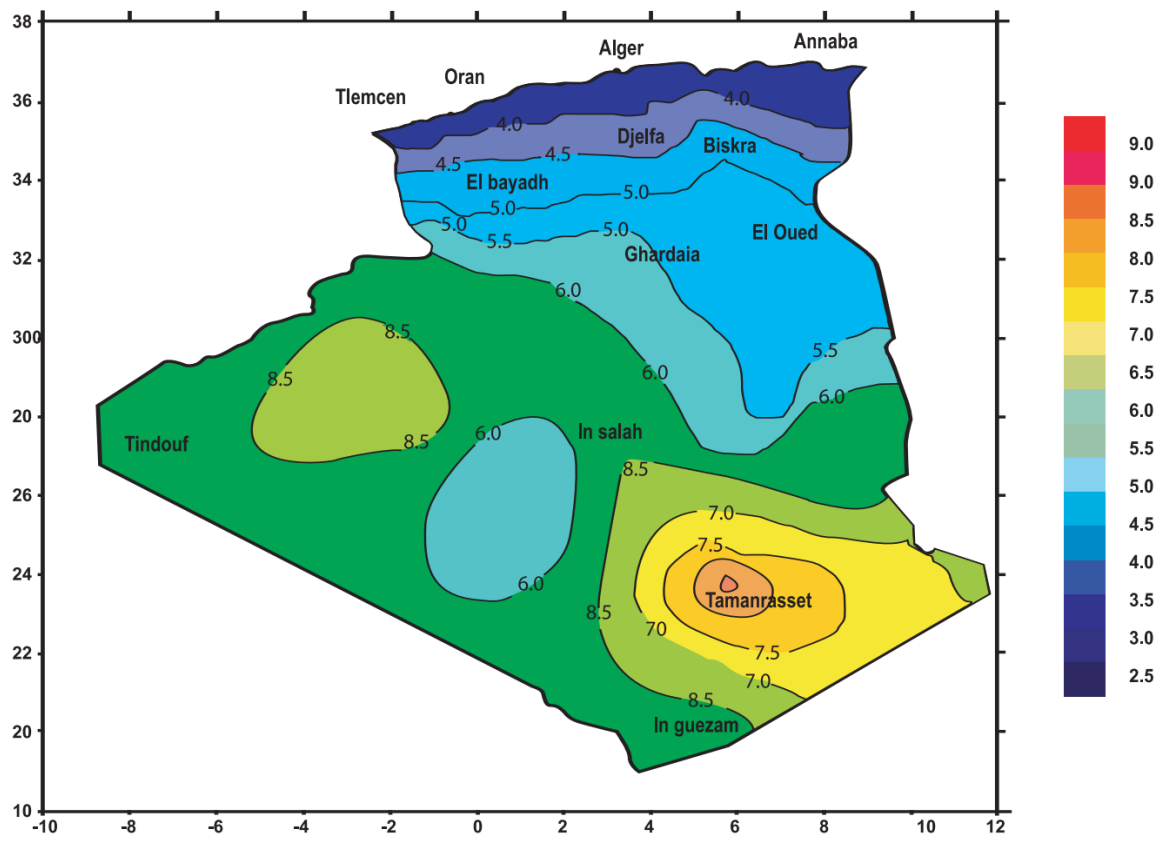


Figure II.15 : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Décembre

nous avons remarqué à travers les quatre cartes du Irradiation globale journalière reçue sur le plan horizontale et plan normal de mois de juillet et décembre que le plan normal Plus polarisé pour Irradiation solaire que le plan horizontale.

Où nous trouvons la valeur de Irradiation globale journalière reçue de mois de décembre de région de Biskra (Figure II.15) est 5 [kWh/m²/j] et cette valeur considéré moins d'irradiation de an. Quant à Sa valeur au mois de juillet (Figure II.14) atteint 7.5 [kWh/m²/j] C'est une valeur élevée montrer l'importance de cette énergie dans la région de Biskra.

II.6 Conclusion

Ce chapitre jette les bases de notre étude en représentant la géologie et l'hydrogéologie, ainsi que la valeur du rayonnement solaire éventuel au cours des mois de l'année, Ce dernier est la base du système photoélectrique qui fait l'objet de notre étude.

Chapitre 03

Dimensionnement du système de pompage photovoltaïque

III.1 Introduction

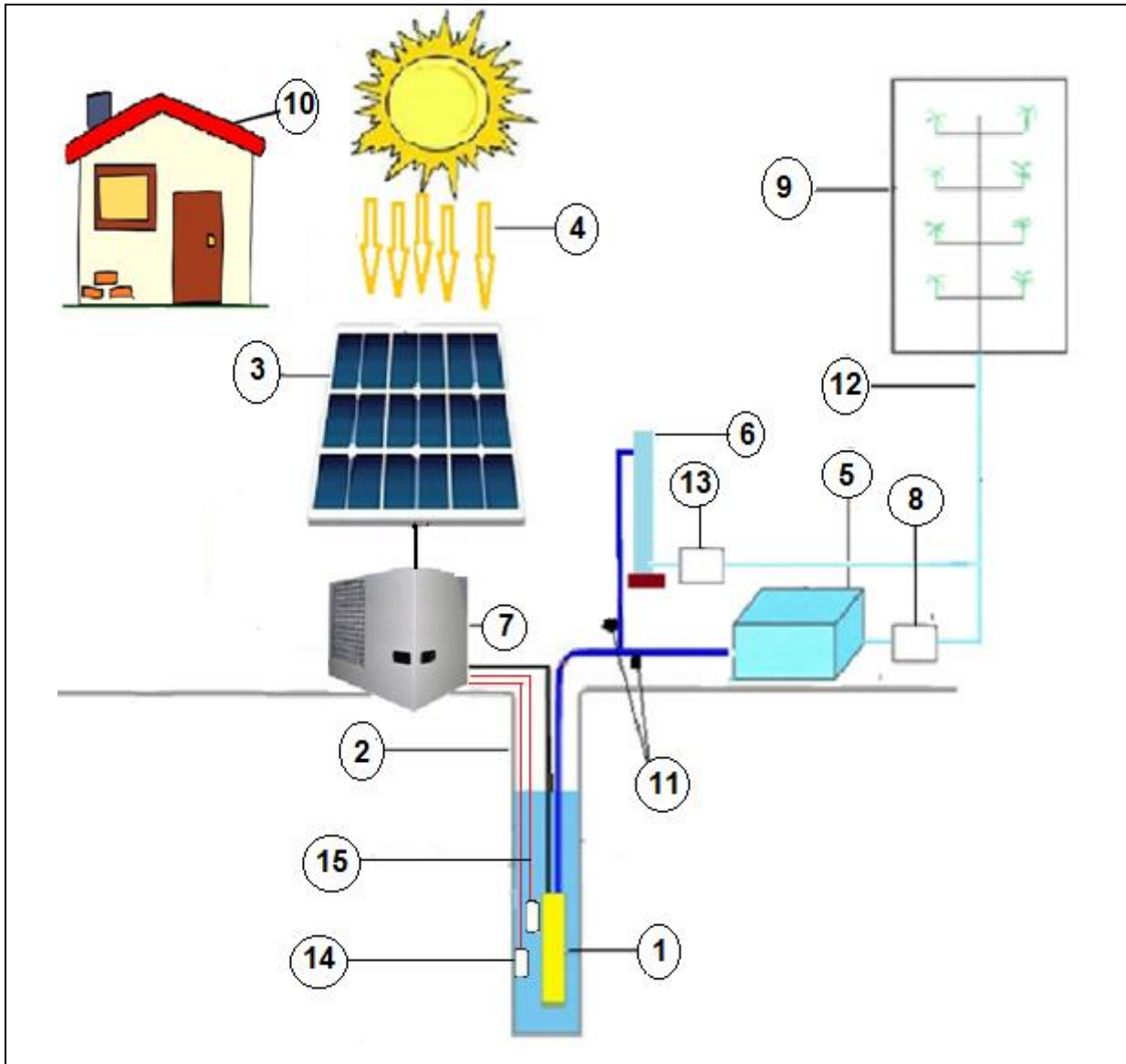
Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est essentiel pour son bon fonctionnement et pour la satisfaction de l'utilisateur. Dans tous les cas il est nécessaire de connaître le besoin d'eau, le gisement d'énergie solaire du lieu concerné. Ceci permet de faire le bon choix des modules photovoltaïques, leur implantation et la structure support et le choix des composants électriques assurant la régulation et la protection du système et des usagers.

Ce chapitre est consacré pour, présenter toutes les composantes qui constituent un système de pompage photovoltaïque « pompage au fil de soleil », à savoir : le générateur photovoltaïque et l'onduleur et la pompe immergée .Nous discuterons également des différentes étapes de l'installation d'une pompe photovoltaïque.

III.2 Présentation du système de pompage photovoltaïque

Généralement, un système de pompage photovoltaïque est constitué :

- ✓ **D'un système générateur** : le système générateur est composé par les modules photovoltaïques.
- ✓ **Onduleur triphasé** : Dans notre projet, on a utilisé un onduleur triphasé est compatible avec notre installation
- ✓ **Disjoncteur**
- ✓ **Pompe centrifuge** : transforme l'énergie électrique en énergie hydraulique.
- ✓ **Un bassin d'eau.**
- ✓ **La tuyauterie et accessoires.**



(1)- Electropompe immergée

(2)- Forage

(3)- Panneau photovoltaïque

(4)- Rayon solaire

(5)- Bassin

(6)- Choute d'eau

(7)- Armoire électrique

(8) (13)- Installation de la tête

(9)- Périmètre d'irrigation

(10)- L'habitat du fellah

(11)- Vanne

(12)- Conduite de distribution

(14)- Capteur de niveau

(15)- Sonde de puits

Figure III.1 : schéma-type d'un système de pompage photovoltaïque

III.3 Organigramme du travail

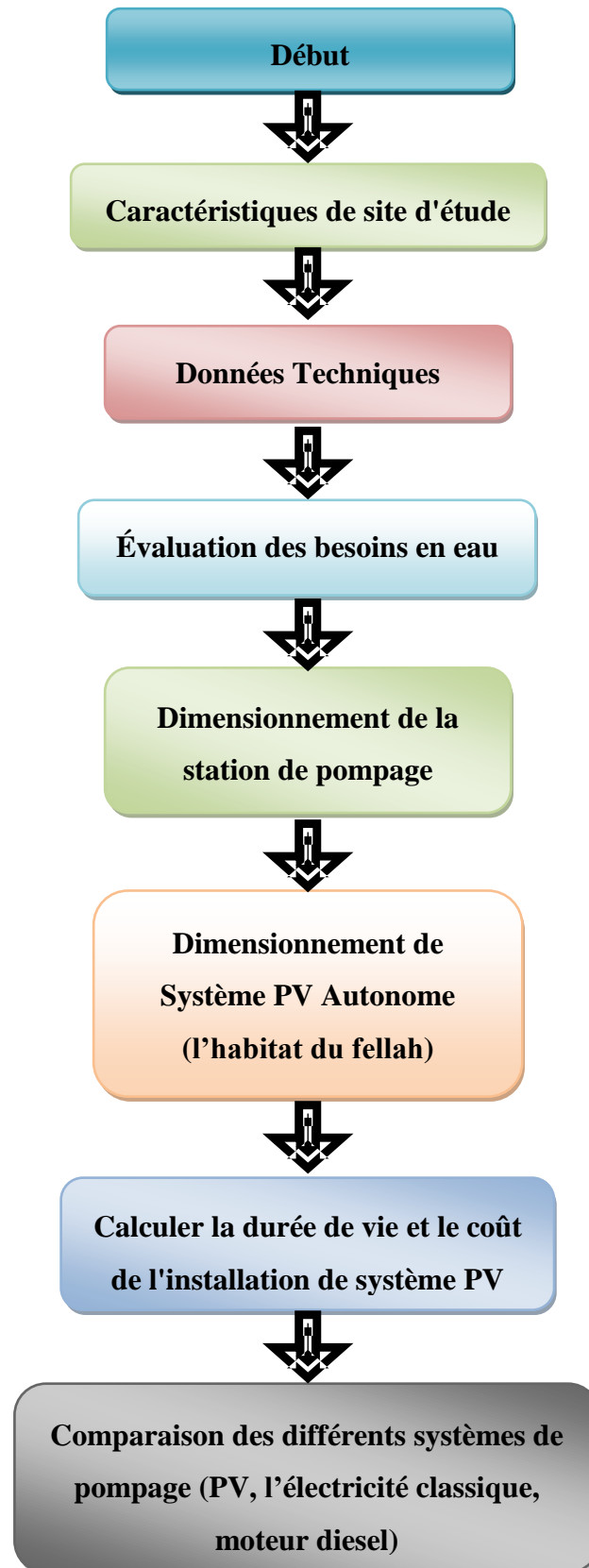


Figure III.2 : Organigramme que montrent les étapes du travail

III.4 Caractéristiques de site d'étude

Les Caractéristiques de site d'El Ghrous sont données par les grandeurs météorologiques suivantes :

Latitude : 34.705240°N

Longitude : 5.285160°E

Altitude: 81 m

Superficie 245,30km²

Le champ agricole dans lequel on a pratiqué notre étude est loin de 1km de la ligne à haute tension.

III.5 Le principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement est basé sur un phénomène physique : l'effet photovoltaïque est capté puis transformés en électricité (courant continu) respectivement par le panneau photovoltaïque, elle peut ensuite être utilisée directement sous forme de courant continu ou sous forme de courant alternatif après transformation par un onduleur.

III.6 Données Techniques

a) Surface à irriguée

La superficie plane et rectangulaire, sont disposées 20 rangées de palmiers dattiers et chaque rangée comporte 20 palmiers, ce qui donne un total de 400 palmiers est un périmètre de 4ha, avec système d'irrigation localisée (micro irrigation « goutte à goutte »)



Figure III.3 : Schéma de surface irriguée

b) Type d'irrigation

La goutte à goutte est une technique utilisant un matériel de technologie très fine, essentiellement représenté par un goutteur, élément terminal d'un réseau ramifié, dimensionné et usiné avec une grande précision. L'eau est délivrée de manière localisée au niveau de chaque plante par le goutteur. La précision du dosage de l'irrigation dépend alors du dimensionnement correct de tout le réseau.

La technique est récente et connaît une expansion remarquable en Algérie ces dernières années. L'aridité couvrant la quasi-totalité du territoire et les limites des pratiques classiques de l'irrigation ont incité l'administration publique à opter précipitamment son application. Les composants du réseau sont :

- La tête du réseau d'appâts est conçue pour ajuster le débit d'eau dans différents aspects du champ
- Une canalisation principale.
- Pipeline secondaire
- Tuyau de décharge
- Un tuyau pour distribuer l'eau sur la surface d'irrigation.
- Vannes principales et sous-vannes.

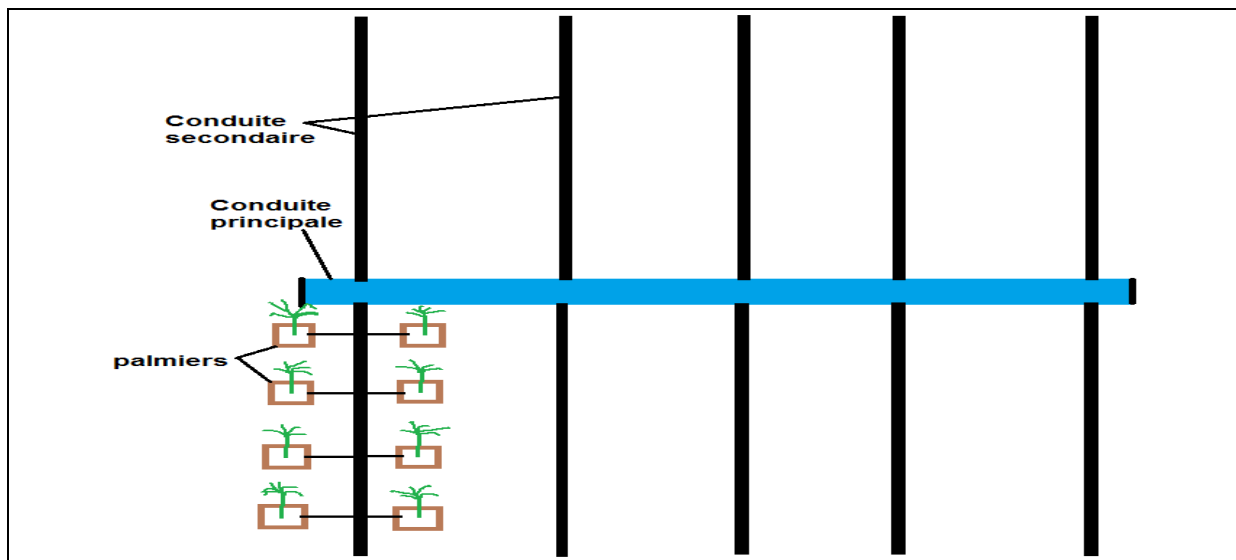


Figure III.4 : Schéma du réseau de micro irrigation

III.7 Évaluation des besoins en eau

En pompage solaire, le débit Q , qui représente la quantité d'eau que la pompe peut fournir durant un intervalle de temps donné, est souvent exprimé m^3/h . Dans notre installation

nous avons besoin un débit quotidien, $Q= 100 \text{ m}^3/\text{j}$, Mais nous ne savons pas le débit de l'électropompe.

III.7.1 Dimensionnement de bassin d'irrigation

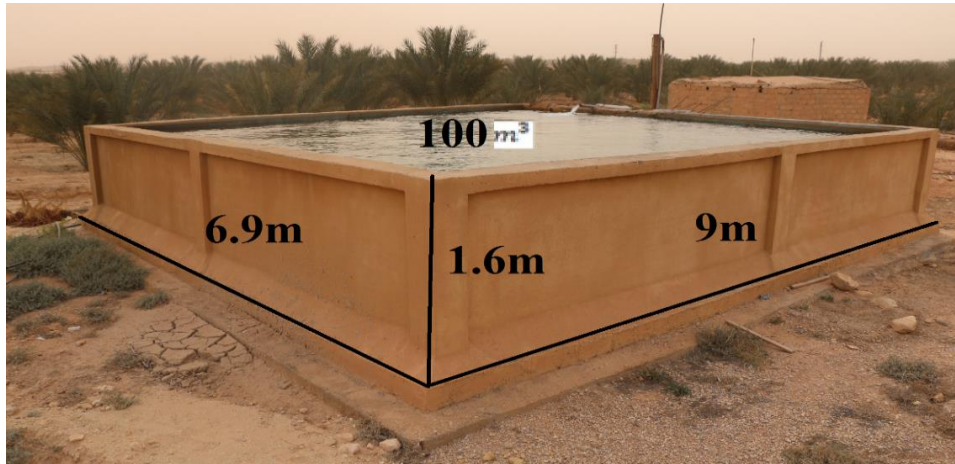


Figure III.5 : Bassin d'irrigation

Hauteur : 1.6 m

Longueur : 9 m

Largeur : 6.9 m

Le temps qu'il faut pour remplir le Bassin :

$$\text{Volume de Bassin} = \text{Hauteur} \times \text{Longueur} \times \text{Largeur} \quad (\text{III.1})$$

$$\text{Volume de Bassin} = 1.6 \times 9 \times 6.9 = 100 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume de Bassin} = \text{Débit quotidien (Q)} = 100 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.7.2 Dimensionnement du bassin des palmiers

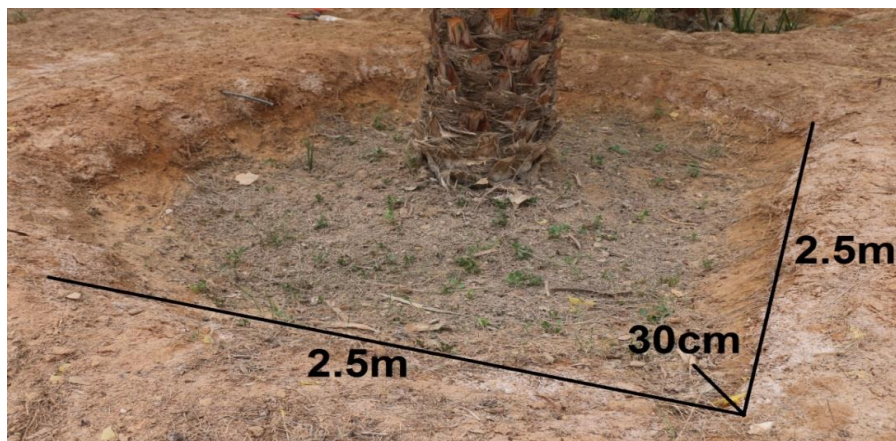


Figure III.6 : Bassin de palm

Hauteur : 30 cm

Longueur : 2.5 m

Largeur : 2.5 m

Volume de bassin de palm = $2.5 \times 2.5 \times 0.3 = 2 \text{ m}^3$

Le nombre de palmiers pouvant être irrigués par jour :

$$\text{Nombre de palmiers/j} = \frac{\text{Volume de Bassin } \text{m}^3/\text{j}}{\text{Volume de Bassin de palm } \text{m}^3} \quad (\text{III.2})$$

$$\text{Nombre de palmiers/j} = \frac{100 \text{ m}^3/\text{j}}{2 \text{ m}^3} = 50 \text{ Palm / j}$$

III.7.3 Dimensionnement du forage

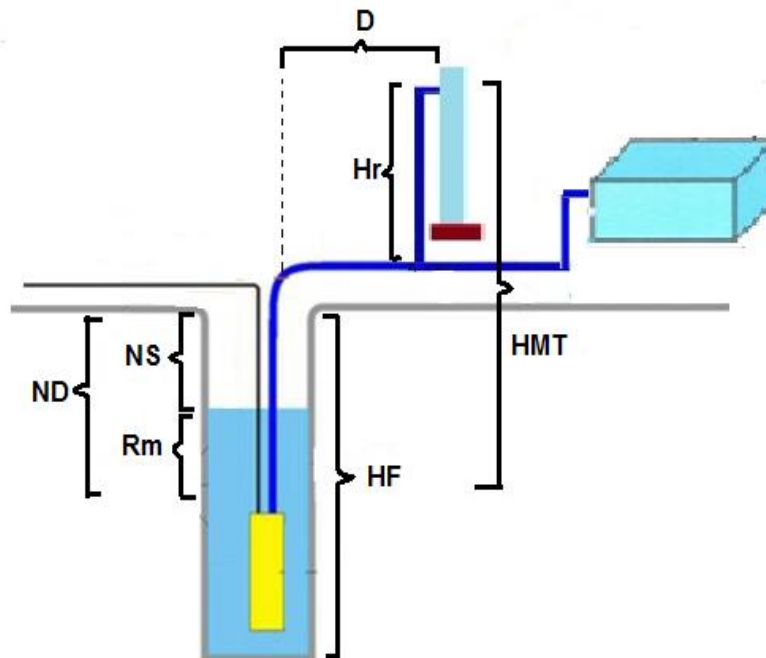


Figure III.7 : Caractéristiques du forage

$$\text{HMT} = \text{Hr} + \text{Nd} + \text{Pc} \quad (\text{III.3})$$

HMT : La hauteur manométrique totale est la force qui permet le transport de l'eau dans la tuyauterie et son utilisation au point le plus élevé de l'installation

Hr : hauteur du château d'eau (m)

Ns : Le niveau statique d'un puits ou d'un forage, soit la distance du sol à la surface de l'eau avant pompage (pompe à l'arrêt)

Nd : Le niveau dynamique d'un puits ou d'un forage, soit la distance du sol à la surface de l'eau lorsque la pompe fonctionne à un débit donné

Rm : La différence entre le niveau dynamique et le niveau statique est appelée le rabattement

Pc : pertes de charge produites par le frottement de l'eau sur les parois des conduites les Pc s'expriment en mètres. Le diamètre des conduites doit être calculé afin que ces pertes de charge correspondent au maximum à 10 % de la hauteur. [32]

Château d'eau : Hr = 5 m

Niveau dynamique : Nd = 27 mce

Pertes en charge : Pc = 3 mce (m.colonne d'eau)

HMT = 5+27+3 = 35 mce

Débit journalier /j : Q = 100m³ /jour

mce : mètre colonne d'eau

III.8 Dimensionnement de la station de pompage

Le dimensionnement du système de pompage PV concerne : le calcul de la puissance crête du générateur photovoltaïque, le choix de la pompe et le choix de l'onduleur répondants au service requis dans les conditions de référence. Ce dimensionnement prend en considération les deux conditions suivantes :

- Choisir les besoins journaliers en eau durant la période de besoin maximal.
- Choisir le mois où l'ensoleillement maximal est le plus faible.

Pour notre installation, le débit quotidien maximal requis est de 100 m³ durant un seule jour et l'énergie d'ensoleillement la plus faible pour la saison d'hiver est égale à 5 [kWh / m² / j] durant le mois de Décembre.

Pour dimensionner la station de pompage, nous suivons les étapes suivantes :

III.8.1 Choix de la pompe

Nous choisissons la pompe en fonction du débit et de la hauteur manométrique totale et le niveau dynamique

- Q_h (Le débit horaire)
- HMT (La hauteur manométrique totale)
- N_d (Le niveau dynamique)

a) Calcule du débit horaire(Q_h)

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_h \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{Q_{\max} \text{m}^3\text{/j}}{h} \quad [32] \quad (\text{III.4})$$

$$Q_{\max} = 100 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$h = \frac{I_{rr}[\text{Wh/m}^2\text{/j}]}{1000[\text{W/m}^2]} \quad (\text{III.5})$$

$$h = \frac{5000}{1000} = 5 \text{ h}$$

$$Q_h \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{100 \text{ m}^3\text{/j}}{5} = 20 \text{ m}^3\text{/h}$$

Q_{\max} : Les besoins journaliers en eau durant la période de besoin maximal

h : est le nombre heures d'ensoleillement maximal à $[1000\text{W/m}^2]$

b) La hauteur manométrique totale HMT

$$\text{HMT} = 35 \text{ mce}$$

c) Le niveau dynamique N_d

$$N_d = 27 \text{ mce}$$

$N_d < 6 \text{ m}$ (puits), utilisation d'une pompe de surface

N_d de 10 m à 100 m, utilisation d'une pompe immergée centrifuge

$N_d > 100 \text{ m}$, utilisation d'une pompe immergée volumétrique.

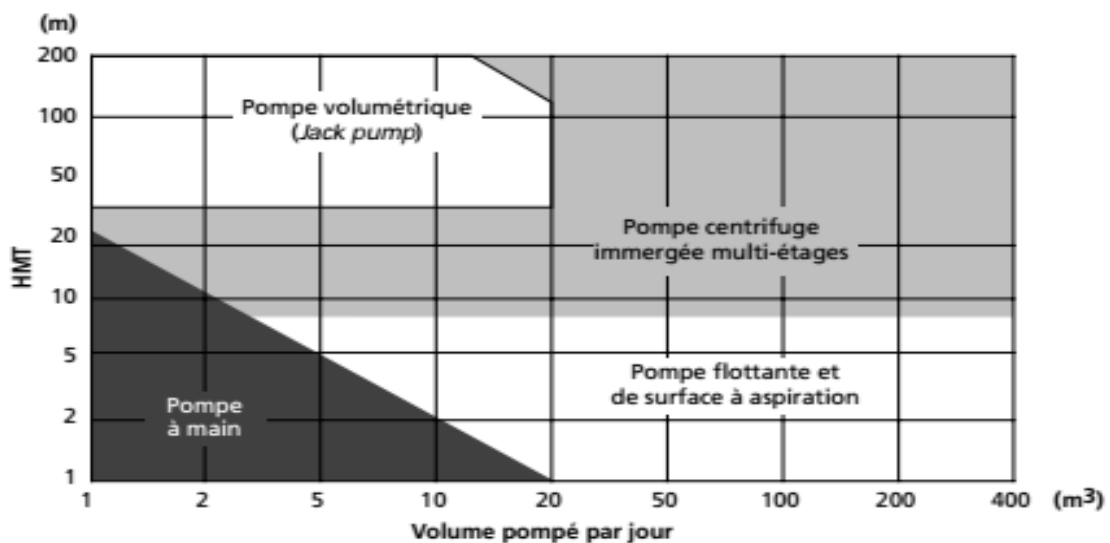


Figure III.8 : Choix d'une pompe selon la HMT et le débit demandé

- **Pompe de surface** : La hauteur d'aspiration de n'importe quelle pompe est limitée à une valeur théorique de 9,8 mètres et dans la pratique à 6 ou 7 mètres. Les pompes de surface sont donc toujours installées à une hauteur inférieure à celle-ci.
- **Pompe centrifuge** : La pompe centrifuge transmet l'énergie cinétique du moteur au fluide par un mouvement de rotation de roues à aubes ou d'ailettes. L'eau entre au centre de la pompe et est poussée vers l'extérieur et vers le haut grâce à la force centrifuge des aubages. On utilise habituellement les pompes centrifuges pour les gros débits et les profondeurs moyennes ou faibles (10 à 100 mètres).
- **Pompe volumétrique** : La pompe volumétrique transmet l'énergie cinétique du moteur en mouvement de va-et-vient permettant au fluide de vaincre la gravité par variations successives d'un volume raccordé alternativement à l'orifice d'aspiration et à l'orifice de refoulement. [31]

Donc :

✓ $Q_h = 20 \text{ m}^3/\text{h}$

✓ $HMT = 35 \text{ mce}$

✓ $N_d = 27 \text{ mce} \quad \Longrightarrow \quad 10\text{mce} < N_d < 100\text{mce}$

Alors : électropompe centrifuge

Les pompes d'irrigation la plus connue et la plus utilisée est la pompe centrifuge type SAER (NR-151F)

Pour notre étude, le choix de l'électropompe utilisée est porté sur une gamme de pompes immergées proposées par le constructeur SAER. Cette gamme est constituée de pompes de dimensions différentes ; chaque type de pompe est disponible avec un nombre de roues variables afin d'obtenir le point de fonctionnement requis. Les types des pompes sont donnés dans le tableau de la figure III.10.

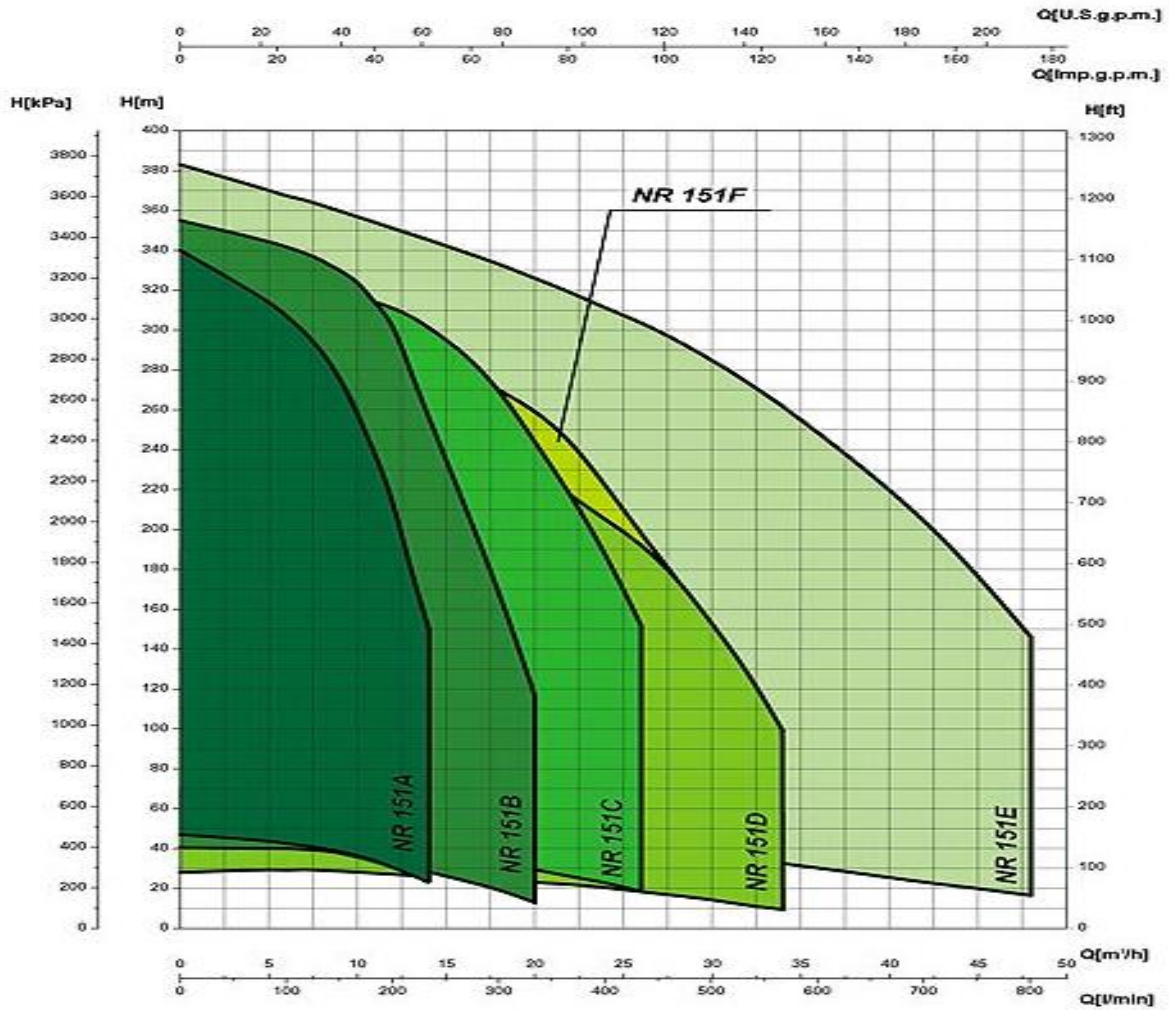


Figure III.9 : Diagramme générale de caractéristiques hydrauliques d'électropompes SAER

Tipo Type	Motore Motor		In(A) 3- 400V	Q															
	kW	HP		U.S.g.p.m.	0	62	70	79	88	97	106	114	123	132	141	150			
NR-151F/3 *	2,2	3	7	0	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34				
NR-151F/4 *	3	4	9	0	233	267	300	333	367	400	433	467	500	533	567				
NR-151F/5 *	4	5,5	11	35	29	28,5	28	27	26	23,5	20	17,5	13,5	10,5	7,5				
NR-151F/6 *	4	5,5	11,5	46	39	38	37	36	34	30,5	27	23,5	18,3	14	10				
NR-151F/7 *	5,5	7,5	12,2	58	48	47	46	43	42	37,5	33	27,5	23,5	18,5	13,5				
NR-151F/8 *	5,5	7,5	13,5	69	58	57	56	52	50	45	40	33	28,5	22	16				
NR-151F/10 *	7,5	10	16,3	81	68	66	65	62	58	52	47	40	33	26	19				
NR-151F/11 *	7,5	10	17,5	92	77	76	74	71	67	60	53	45	38	30	23				
NR-151F/12 *	9,2	12,5	19,9	115	96	93	90	87	80	74	66	56	47	37	27				
NR-151F/13 *	9,2	12,5	21,5	127	106	104	100	96	90	81	73	62	52	41	30				
NR-151F/15 *	11	15	23,7	138	116	113	109	103	96	88	80	68	57	45	33				
NR-151F/16 *	11	15	25	150	125	121	118	112	106	95	86	74	63	49	36				
NR-151F/17 *	13	17,5	27,7	173	144	139	135	129	120	109	99	85	72	58	42				
NR-151F/18 *	13	17,5	29,5	184	154	149	144	139	128	119	106	91	78	61	45				
NR-151F/20	15	20	30,4	196	164	160	155	148	138	126	113	99	82	65	48				
NR-151F/22	15	20	32,5	207	173	170	164	157	147	133	121	104	88	69	51				
NR-151F/25	18,5	25	38	230	192	188	182	177	163	147	132	113	97	76	55				
NR-151F/27	18,5	25	40	253	212	205	199	192	181	162	144	125	105	83	61				
NR-151F/30	22	30	44	288	240	233	225	217	203	185	164	142	120	94	70				
				311	260	252	245	237	222	198	179	155	132	102	76				
				345	288	280	271	260	245	222	198	172	147	115	84				

Livello minimo di botente alla griglia di aspirazione [m] • Min. hydrostatic head level to the suction grid [m]
 • Nivel de funcionamiento min. de rejilla de aspiración [m] • Niveau minimum de pression à la grille d'aspiration [m]
 • Mindeste Überhöhung über dem Saugnetz [m] • Nivel mínimo de botente a la grilla de aspiración [m]

Figure III.10 : Caractéristiques électriques d'une gamme d'électropompes SAER (NR-151F)

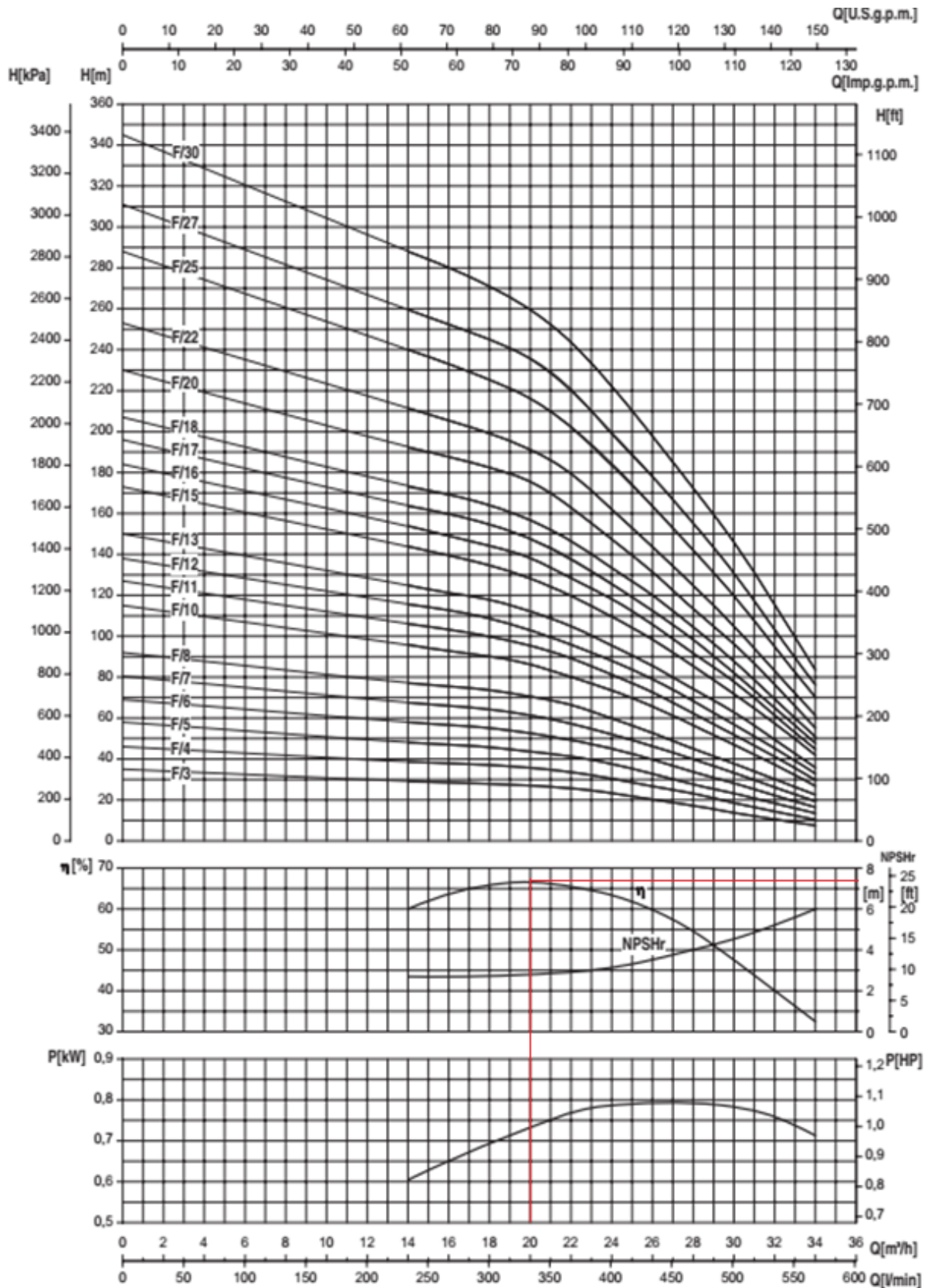


Figure III.11 : Caractéristiques hydrauliques d'électropompes SAER (NR-151F)

Donc :

Selon nos besoins, d'une part, un débit horaire de 20 m³/h, et une hauteur manométrique totale de 35 mce, et une niveau dynamique de 27 mce, d'autre part, la électropompe adéquate sera alors la pompe SAER NR-151F /4. La figure III.12 ci-après illustre ses caractéristiques techniques.

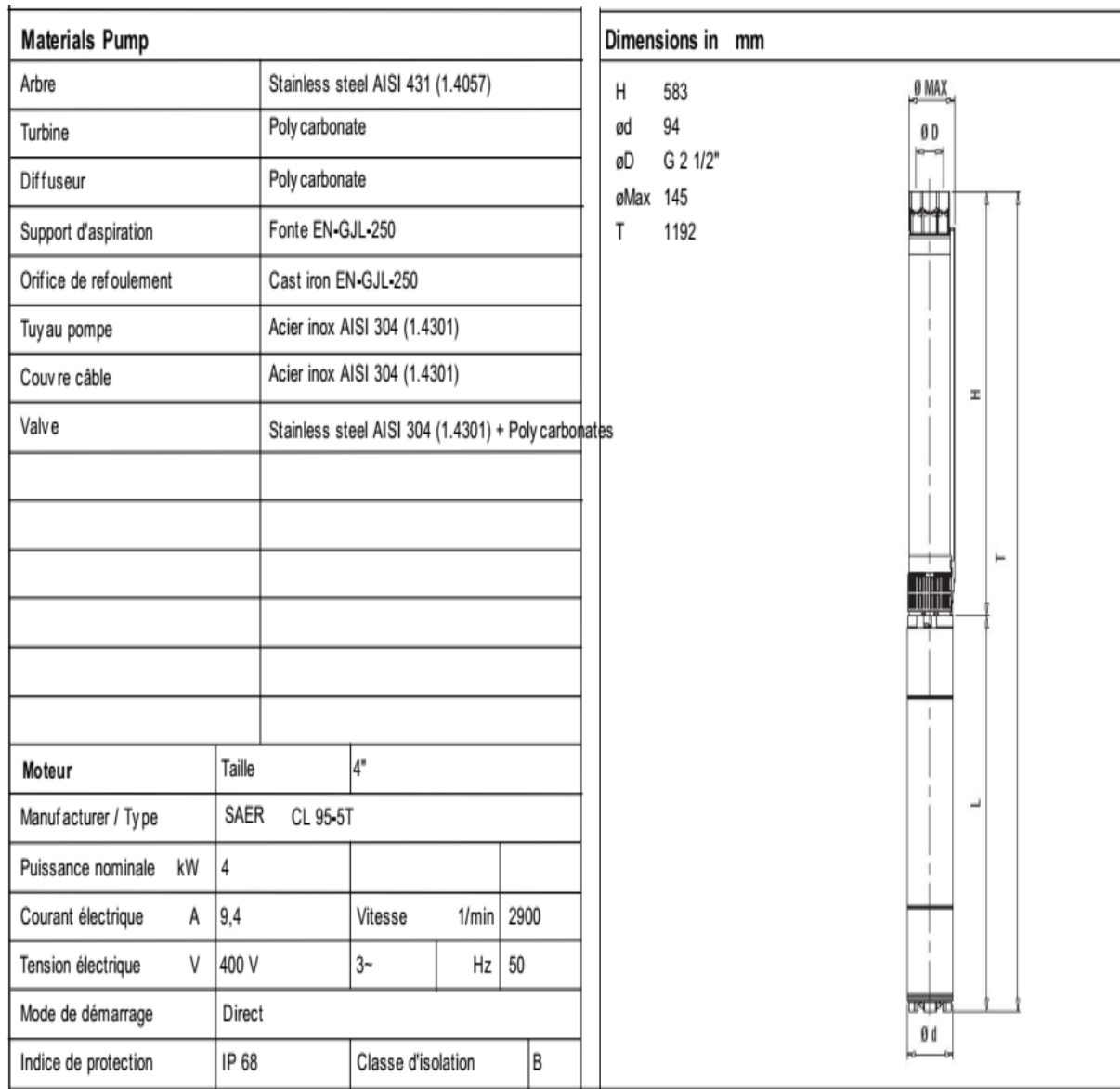


Figure III.12 : Caractéristiques électriques d'électropompe SAER (NR-151F/4) [36]

Pump			
Pump name		NR-151F /4	
Size			
Design			
Speed	1/min	2900	No of stages 4
Impeller type		Roue radiale	
Flow	Nominal	m ³ /h	19,7
	Max-	m ³ /h	34
	Min-	m ³ /h	14
Head	Nominal	m	35,1
	Max-	m	38,9
	Min-	m	8,46
Head H(Q=0)		m	46,3
NPSH 3%		m	2,75
Max. working pressure		bar	4,63
Shaft power		kW	2,87
Efficiency		%	65,7
Max absorbed power		kW	3,2296

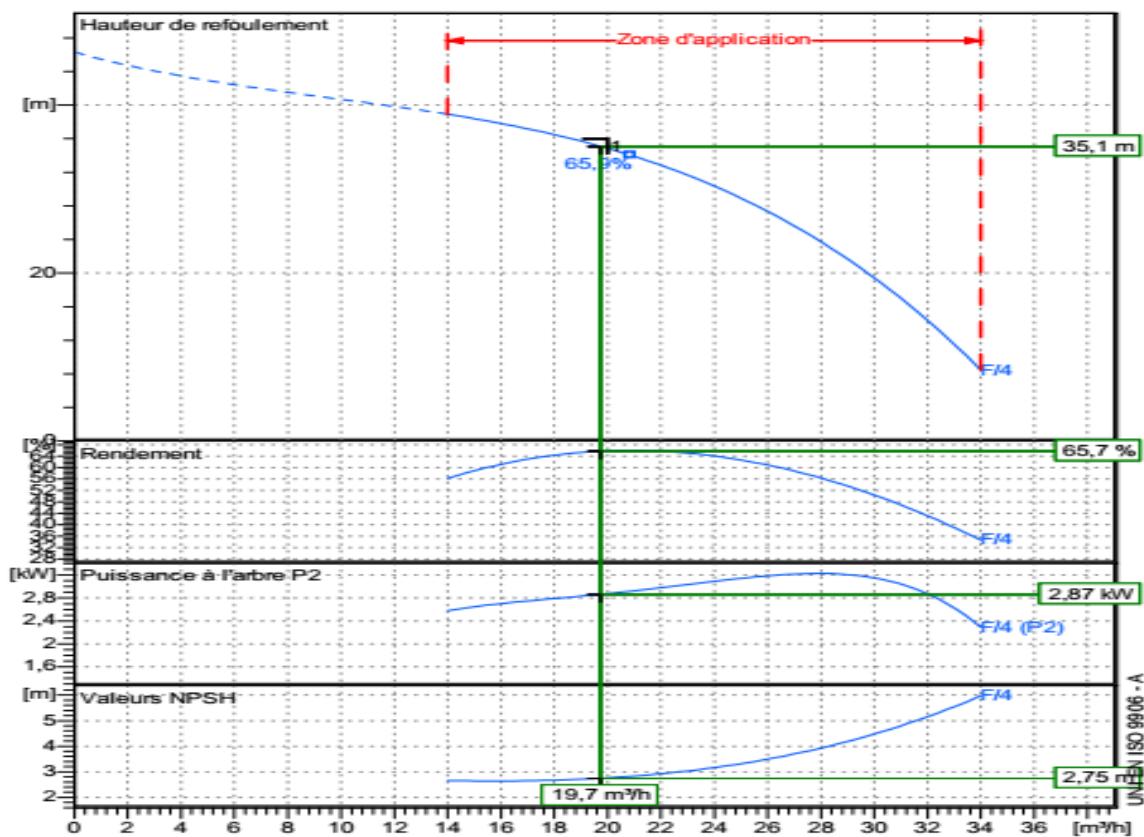


Figure III.13 : Le rendement et le débit d'électropompe SAER (NR-151F/4) en HMT 35m

✓ Remarque

η d'électropompe = 65.7% Bon rendement

Nous avons suivis ces étapes pour obtenir les meilleurs rendements d'électropompe ce dernier affecte sur le nombre de panneaux photovoltaïques et le cout de l'installation.



III.8.1.2 Besoins énergétiques de l'électropompe immergée centrifuge

III.8.1.2.1 Calcul de l'énergie hydraulique par jour

Une fois les besoins nécessaires en volume d'eau pour chaque mois de l'année et les caractéristiques du puits sont définis, nous pouvons calculer l'énergie hydraulique moyenne journalière et mensuelle nécessaire à partir de la relation. [32]

$$E_h = C_h \times Q \times HMT \quad (III.6)$$

E_h : Énergie hydraulique [kW/j]

C_h : Constante hydraulique [kg. s. h/m²]

Q : Débit journalier [m³/jour]

HMT : Hauteur manométrique total [mce]

$$C_h = g \times p = \frac{g \times \rho}{3600} \quad (III.7)$$

g : La gravité terrestre [m/s²]

ρ : Densité de l'eau [kg/m³]

$$C_h = \frac{9.81 \times 1000}{3600} = 2.725 (\text{kg. s. h/m}^2)$$

$$E_h = 2.725 \times 100 \times 35 = 9537.5 \text{wh/j} = 9.5375 \text{ kWh/j}$$

III.8.1.2.2 Calcul l'énergie électrique nécessaire par jour pour l'électropompe

$$E_{\text{elec}} = \frac{E_h}{\eta_{mp}} \quad [31] \quad (III.8)$$

$$E_{\text{elec}} = \frac{9537.5}{0.657} = 14516.74 \text{wh/j} = 14.517 \text{ kWh/j}$$

E_{elec} : Energie électrique exprimé en [kWh/j]

η_{mp} : Le rendement de l'électropompe

III.8.2 Calcul de la puissance crête

Puissance crête P_c L'énergie fournie par les panneaux solaires en une journée doit être égale à l'énergie journalière consommée par la pompe $E_{\text{elec}} = P_c \times I_{rr} \times K$

K : Rendement du système d'alimentation (panneaux solaires, chaleur, poussière, chute de tension en ligne....) entre 0.6 à 0.7 On prendra $K = 0.65$

I_{rr} : Irradiation globale journalière reçue sur plan normal [kWh/m²/j]

P_c : La puissance-crête est la puissance théorique, exprimée en Watt, que peut produire un module PV

$$P_c = \frac{E_{elec}}{I_{rr} \times K} \quad (III.9)$$


$$P_c = \frac{14516.74}{5 \times 0.65} = 4466.69 \text{ Wc}$$

III.8.2.1 Dimensionnement des panneaux solaires

$$N_{panneaux} = \frac{P_c}{\text{Puissance de panneaux}} \quad (III.10)$$

$$N_{panneaux} = \frac{4466.69}{250} = 17.867 \text{ donc } \cong 18 \text{ panneaux de } 250 \text{ W}$$

Tableau III.1 : choix de panneaux solaires [30]

Type d'appareil	Format	Puissance	Prix
Panneaux solaire		250w	17500DA

✓ Fiche technique de panneaux

PERFORMANCES ELECTRIQUES SOUS LES CONDITIONS (STC)

Conditions standards de test : irradiation 1000W/m², température de cellule 25°C, masse d'air 1.5 G

	ALPV 250P60
Puissance (P _{mpp}).	250,00 W
Tension à puissance max (U _{mpp}).	30,55 V
Intensité à puissance max (I _{mpp}).	8,19 A
Tension en circuit ouvert (U _{oc}).	36,67 V
Intensité du court circuit (I _{sc}).	8,69 A
Rendement module.	15,37 %

Figure III.14 : Fiche technique des panneaux solaire utilisés dans notre installation

III.8.2.1.1 Détermination de la tension de fonctionnement

La tension de fonctionnement d'un système photovoltaïque se détermine à partir de la valeur de la puissance totale calculée de la charge selon le tableau suivant :

Tableau III.2 : tension du système en fonction de la puissance totale

Puissance total	0..500 W	500W - 2000W	2000W-10000W	Plus que 10kW
Tension du systems	12V	24V	48V	96V ou plus

D'après ce tableau, la puissance totale de la charge (4466.69W) nécessite une tension du système $V_{sys} = 48v$

III.8.2.1.2 Installation des panneaux solaires :

Pour réussir l'installation, il faut avoir une espace suffisant pour générateur et il faut éviter le maximum possible les facteurs qui contribuent à la diminution de rendement des panneaux tel l'ombrage.

✓ L'inclinaison appropriée des panneaux photovoltaïques dans willaya de Biskra : nous avons Latitude : $34.705240^{\circ}N$ donc l'inclinaison est de 35° en pleine sud

✓ Espace occupé par des panneaux photovoltaïques = Longueur \times largeur

$$\text{Espace occupé par les panneaux photovoltaïques} = 1.64 \times 0.992 \times 18 = 29.28 \text{ m}^2$$

✓ Les panneaux photovoltaïques choisis pour cette installation sont de type poly-cristallin. Chacun est caractérisé par une puissance de 250 W.

Pour l'installation, les panneaux seront installé en rangés contenant chacun un nombre N_s de panneaux en série. Ces rangés, qui sont de nombre N_p , seront installés en parallèle entre eux. Le nombre de panneaux en série est donné par :

$$N_{ps} = \frac{V_{sys}}{U_{max}} \quad (III.11)$$

$$N_{ps} = \frac{48}{30.55} = 2 \text{ panneaux en série}$$

Le nombre de rangés en parallèle est donné par :

$$N_{pp} = \frac{N_{panneaux}}{N_{ps}} \quad (III.12)$$

$$N_p = \frac{18}{2} = 9 \text{ panneaux en parallèle}$$

Donc le nombre total de panneaux est : $2 \times 9 = 18$ Panneaux.

Nous avons donc pour chaque rangé 2 panneaux branchés en série, Ceci donne 9 rangés

qui sont branchés en parallèle. On note que le branchement en série permet d'additionner les tensions mais l'intensité ne change pas. En revanche, le branchement en parallèle permet d'additionner les intensités mais la tension ne change pas (Figure III.15). [31]

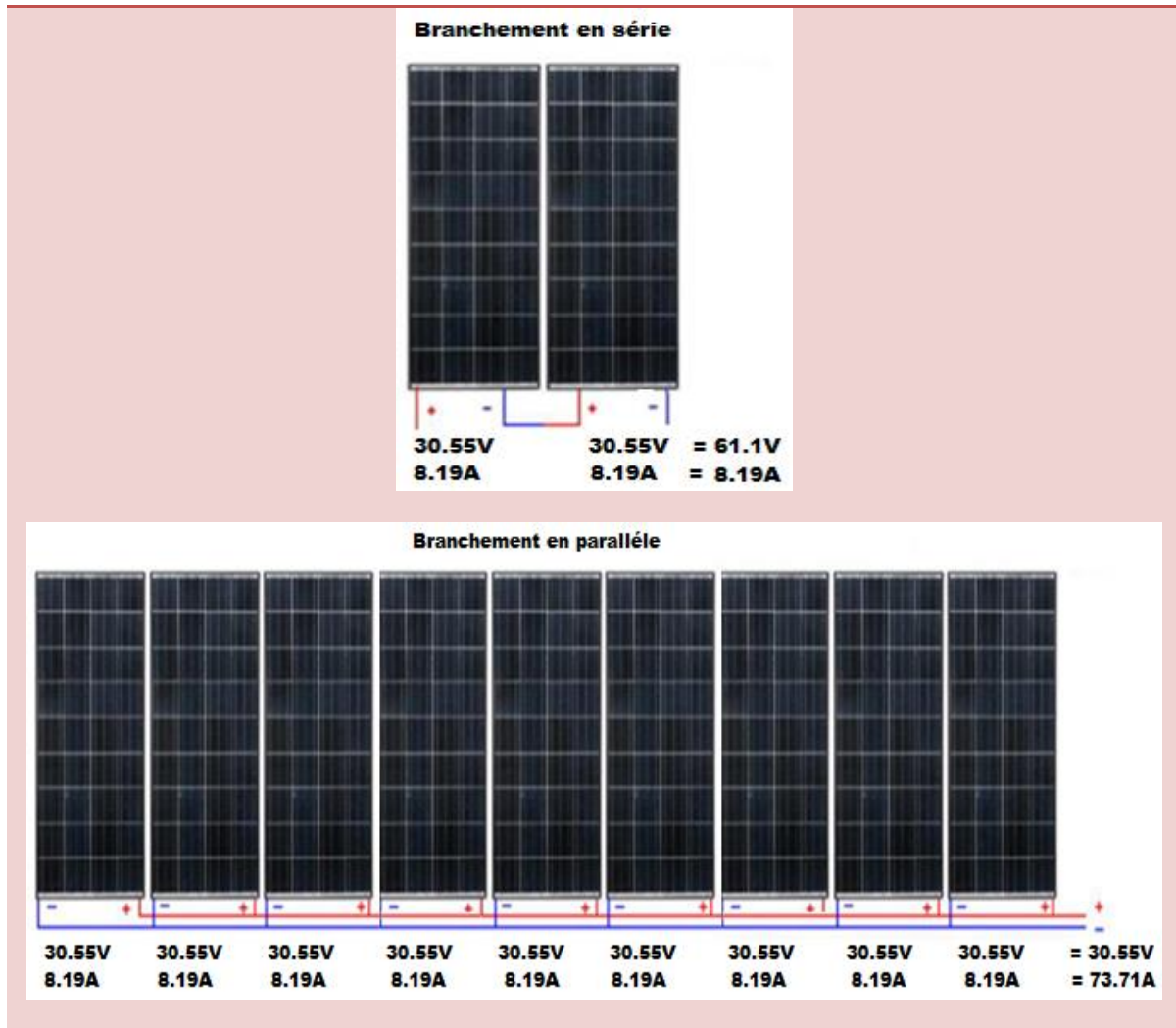


Figure III.15 : Branchement des panneaux photovoltaïques en série et en parallèle

III.8.3 choix du l'onduleur

Il a pour rôle, la conversion du courant continu produit par les panneaux en courant alternatif identique à celui du réseau. Il est donc indispensable pour l'alimentation des charges à courant alternatif. Le choix de l'onduleur dépend des caractéristiques électriques de la pompe alimentée (puissance, tension). [32]

Dans notre installation, nous avons choisi un onduleur qui a les caractéristiques qui correspondent à notre installation:

$$P_{\text{Onduleur}} = P_{\text{Pompe}} \times 1.3 \quad (\text{III.13})$$

(1.3) : confession de sécurité

$$P_{\text{Onduleur}} = 4000 \times 1.3 = 5200W$$

Il faut Choisir un onduleur pour la gamme utilisée $P_{\text{Onduleur}} = 5500W$

- 48V comme tension d'entrée
- Sinusoïdale comme qualité de tension

Tableau III.3 : choix de l'onduleur solaire de pompage [35]

Type d'appareil	Format	Puissance	Prix
ABB. Onduleur Solaire (ACS355- 03E-12A5-4) Three-phase		48v/5500w	102423DA

✓ Fiche technique

Attribute	Value
Power Rating	5.5 kW
Phase	3
Supply Voltage	380 → 480 V
Current Rating	12.5 A
Output Frequency	0 → 600Hz
For Use With	5.5 kW AC Motor
Ambient Temperature	-10 → +40°C
Series	ACS355

Figure III.16 : Caractéristique technique d'onduleur ACS355-03E-12A5-4

III.8.4 Dimensionnement des câbles

a) Calcule de la section du câble En partie DC

➤ Entre les panneaux et l'onduleur :

$$S = \frac{\rho \times 2 \times l \times I}{V_p \times \varepsilon\%} \quad (\text{III.14})$$

ρ : la résistivité de cuivre

La $\varepsilon\%$ En DC = 3%

$$I = I_{cc} \times N_{pp} \quad (\text{III.15})$$

$$I = 8.69 \times 9 = 78.21\text{A}$$

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2 \times 5 \times 78.21}{61.1 \times 0.03} = \frac{1.33 \times 10^{-5}}{1.83} = 7.25 \times 10^{-6} = 7.25\text{mm}^2$$

Il faut Choisir le diamètre du câble 10 mm²

b) Calcule de la section du câble en partie AC

➤ Entre l'onduleur et l'électropompe :

$$S = \frac{\rho \times l \times I}{V \times \varepsilon\%} \quad (\text{III.16})$$

La $\varepsilon\%$ En AC = 5%

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 40 \times 37.6}{220 \times 0.05} = \frac{2.5568 \times 10^{-5}}{11} = 2.324 \times 10^{-6} = 2.324\text{mm}^2$$

Il faut Choisir le diamètre du câble 2.5 mm²

III.8.5 Les éléments de protection

III.8.5.1 La protection en partie DC entre les panneaux et l'onduleur

Nous avons utilisé dans cette partie une porte fusible

$$I = I_{cc} \times N_{pp} \quad (\text{III.17})$$

$$I = 8.69 \times 9 = 78.21\text{A}$$

Donc : il faut Choisir le fusible > 78.21A

Pour les gammes de fusible disponible sur le marché nous avons choisir un fusible de 80A

III.8.5.2 La protection en partie AC entre l'onduleur et l'électropompe

Et nous utilisons dans cette partie une armoire électrique (figure III.17)

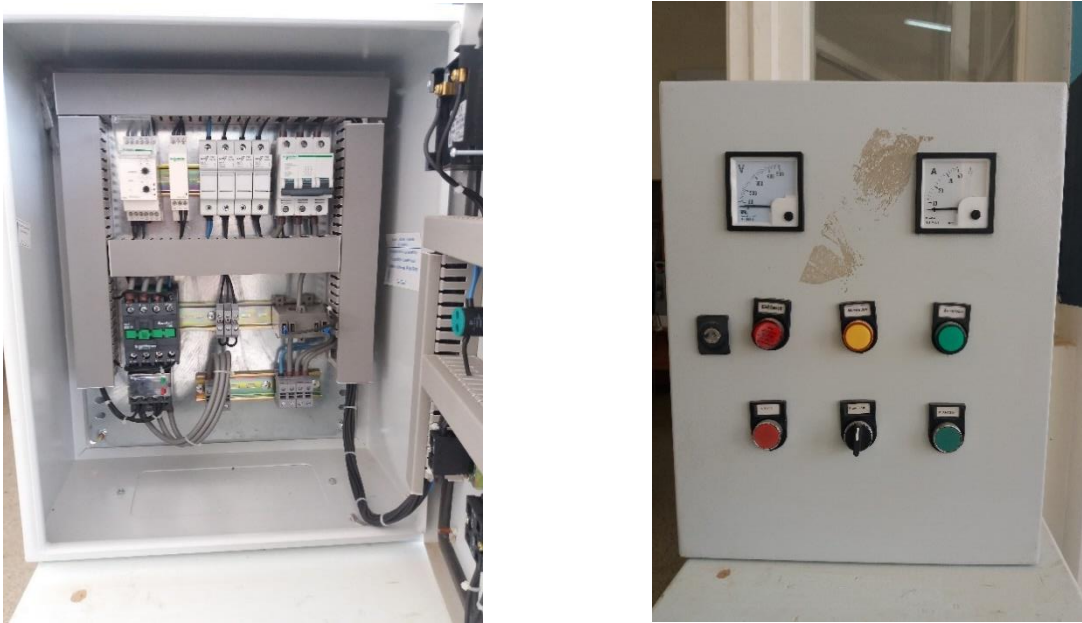


Figure III.17 : Armoire électrique

L'armoire électrique se compose de deux parties :

a) Parties commande :

- ✓ Contacteur
- ✓ Relais de phase
- ✓ Relais de niveau

b) Parties puissance :

- ✓ Disjoncteur
- ✓ Ports fusible

Le courant de la pompe donné à $I_{pompe} = 9.4A$

Dans le démarrage direct la surintensité au moment du démarrage peut être de 4 & 8 fois l'intensité nominale [34]

$I_{Démarrage\ de\ pompe} = 4 \text{ à } 8 I_{nominale}$

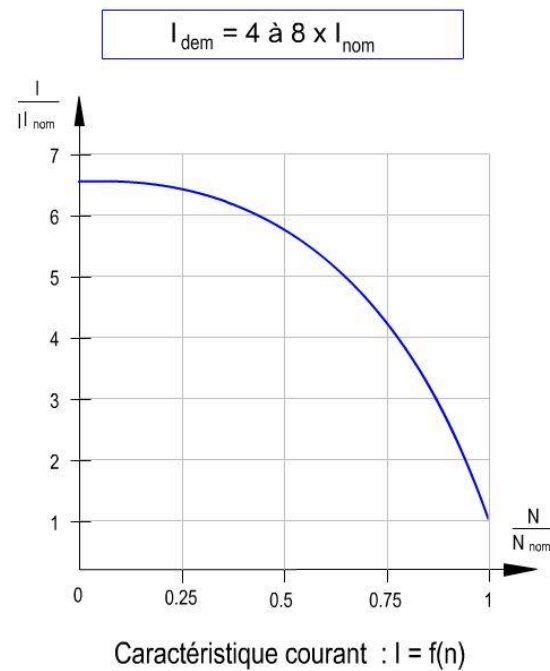


Figure III.18 : Caractéristique de surintensité au moment du démarrage

Pour la protection il faut prendre en considération le courant de démarrage de la pompe

$$I_{\text{Démarrage de pompe}} = 4 * I_{\text{nominal}} \quad (\text{III.18})$$

$$I_{\text{Démarrage de pompe}} = 4 \times 9.4 = 37.6A$$

Donc : il faut Choisir un disjoncteur $> 37.6A$

Pour les gammes de disjoncteur disponible sur le marché nous avons choisir un disjoncteur différentiel de 40A et choisir les autres éléments dans l'armoire d'un même courant 40A.

III.8.6 Les différentes transformations énergétiques dans un système de pompage PV

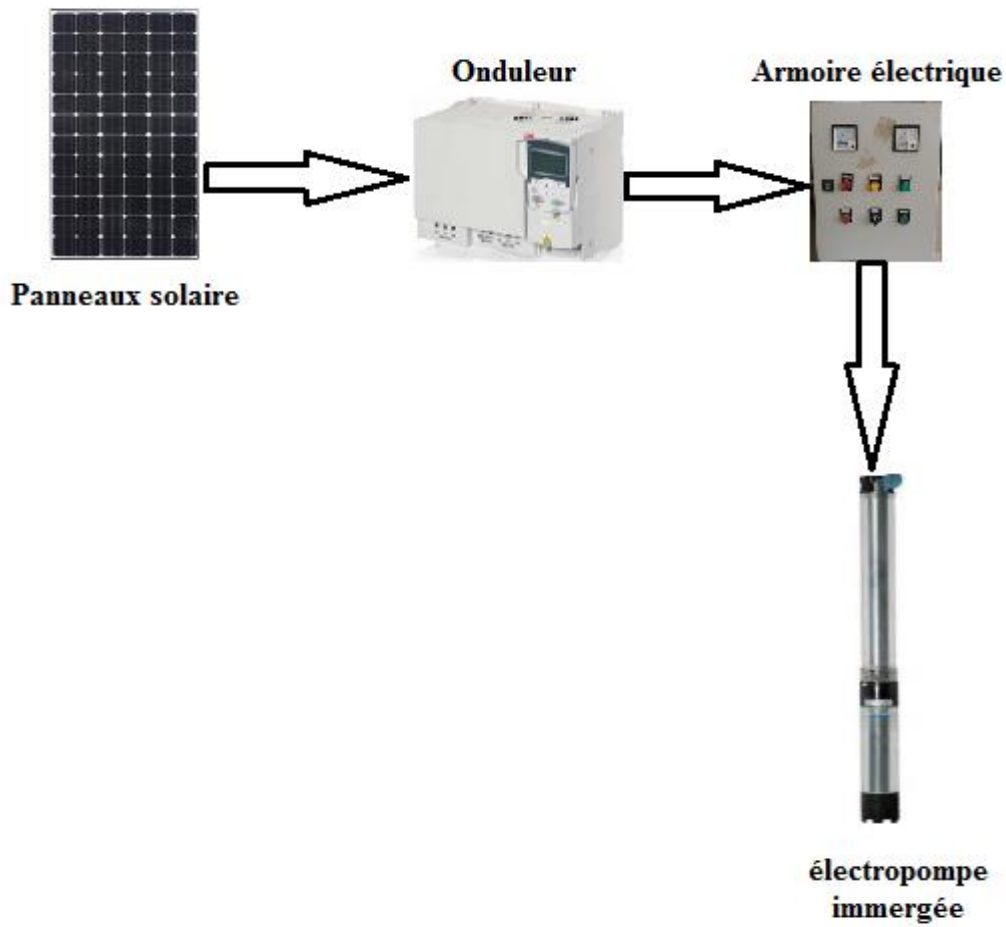


Figure III.19 : Schéma de principe de l'installation de pompage photovoltaïque

III.9 Dimensionnement de Système PV Autonome (l'habitat du fellah)

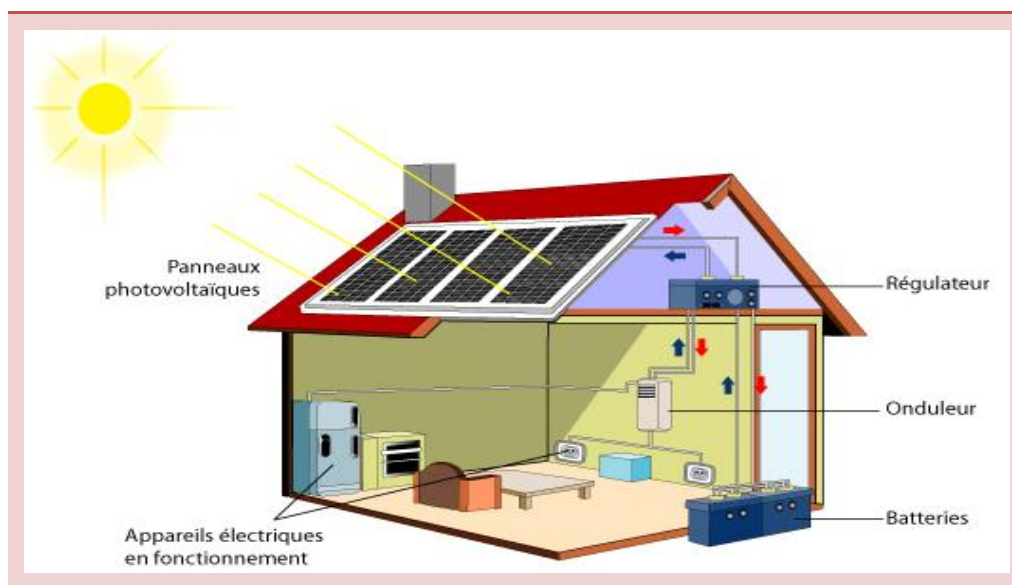


Figure III.20 : Model d'habitat

L'agriculteur qui travaille dans la ferme a besoin d'énergie électrique dans son habitat, dont le calcul est comme suit:

Tableau III.4 : Les besoins énergétiques journalier de l'habitat du fellah

N°	Type d'appareil	Nb	Puissance nominale(W)	Temps (h) d'utilisation	Puissance Total (W)	Energies .T. Journalière (Wh)
1	Lamps	3	10	5	30	150
2	Television	1	140	3	140	420
3	Réfrigérateur	1	150	8	150	1200
4	Ventilateur	1	150	3	150	450
5	Divers	1	100	2	100	200
Total					570	2420

III.9.1 Calcul de la puissance crête

$$P_c = \frac{E_{Tj}}{I_{rr} \times K} \quad (III.19)$$


$$P_c = \frac{2420}{5 \times 0.65} = 744.61w$$

III.9.1.1 Dimensionnement des panneaux solaires

$$N_{\text{panneaux}} = \frac{P_c}{\text{Puissance de panneaux}}$$

$$N_{\text{panneaux}} = \frac{744.61}{250} = 2.9 \cong 3 \text{ panneaux de } 250W$$

Tableau III.5 : choix de panneaux solaires autonome [30]

Type d'appareil	Format	Puissance	Prix
Panneaux solaire		250w	17500DA

- Puissance = 250W
- Tension à puissance max = 30.55V
- Intensité à puissance max = 8.19A
- Tension en circuit ouvert = 36.67A

- Intensité du court-circuit = 8.69A
- Rendement module = 15.37%

III.9.1.1.2 Détermination de la tension de fonctionnement

La tension de fonctionnement d'un système photovoltaïque se détermine à partir de la valeur de la puissance totale calculée de la charge selon le tableau suivant :

Tableau III.6 : tension du système en fonction de la puissance totale

Puissance total	0..500 W	500W - 2000W	2000W-10000W	Plus que 10kW
Tension du systems	12V	24V	48V	96V ou plus

D'après ce tableau, la puissance totale de la charge (744.61W) nécessite une tension du système $V_{sys} = 24v$

III.9.1.1.3 Installation des panneaux solaires

Le nombre de panneaux en série est donné par :

$$N_{ps} = \frac{V_{sys}}{U_{panneaux}} = \frac{24}{30.55} = 1 \text{ panneaux en série}$$

Le nombre de rangés en parallèle est donné par :

$$N_{pp} = \frac{N_{panneaux}}{N_s} = \frac{3}{1} = 3 \text{ panneaux en parallèle}$$

Donc le nombre total de panneaux est : $1 \times 3 = 3$ Panneaux.

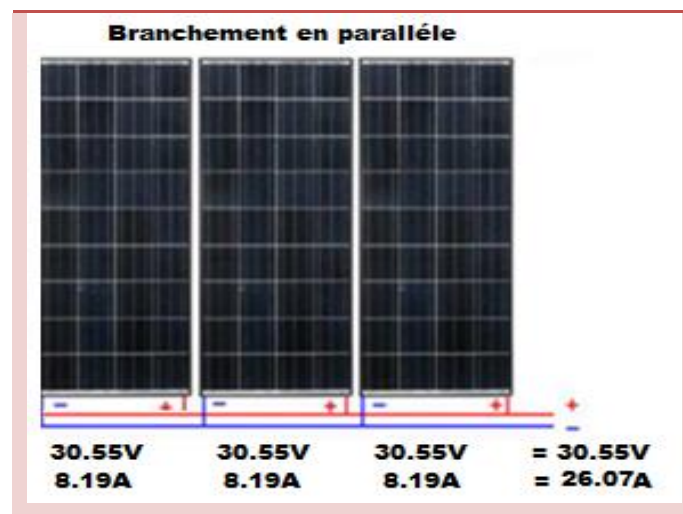


Figure III.21 : Branchement des panneaux solaire en parallèle

✓ Espace occupé par des panneaux photovoltaïques = Longueur × largeur
 $= 1.64 \times 0.992 \times 3 = 4.88 \text{ m}^2$

III.9.2 Choix de l'onduleur

Nous choisissons un onduleur qui a les caractéristiques qui correspondent à notre installation :

$$P_{\text{Onduleur}} = P_T (\text{w}) \times 1.3$$


$$P_{\text{Onduleur}} = 570 \times 1.3 = 741 \text{w}$$

Donc :

Il faut Choisir un onduleur pour la gamme utilisée $P_{\text{Onduleur}} = 800 \text{W}$

- 800W comme puissance
- 24V comme tension d'entré
- 220V comme tension de sortie
- 50 ou 60Hz comme fréquence
- Pure sinusoïdale comme qualité de tension

Tableau III.7 : choix de l'onduleur solaires autonome [28]

Type d'appareil	Format	Puissance	Prix
Onduleur Solaire		24v/800w	47500DA

III.9.3 Choix de régulateur

Le choix d'un régulateur se base sur les critères suivants :

Tension de fonctionnement du système $V_{\text{sys}} = 24 \text{V}$ et Le courant total délivré par le champ photovoltaïque.

$$I_{\text{Panneaux}} = I_{\text{cc}} \times N_{\text{pp}}$$


$$I_{\text{Panneaux}} = 8.69 \times 3 = 26.07 \text{A}$$

$$I_{\text{Régulateur}} = 26.07 \times 1.3 = 33.9$$

Il faut Choisir un onduleur pour la gamme utilisée, et les caractéristiques que nous avons mentionnées (courant, tension du système), et Dans ce cas nous avons besoin d'un

Régulateur de 24V, avec un courant égal à 40A

Tableau III.8 : choix de régulateur solaires autonome [28]

Type d'appareil	Format	Intensité	Prix
Régulateur solaire phocos		40A/24v	23000DA

III.9.4 Choix de Batterie

Choisir une Batterie qui a les caractéristiques qui correspondent à notre installation :

Tension de système 24v

Type de batteries AGM

Capacité de stockage de batteries 150Ah

$$C_T = \frac{E_{Tj} \times N}{\eta_b \times DoD \times V_b} \quad (III.20)$$

$$C_T = \frac{2420 \times 2}{1 \times 0.7 \times 12} = 576.19 \text{Ah}$$

E_{Tj} : Energie .T. Journalière

N : Le nombre de jours n'est pas ensoleillé

η_b : Rendement de batterie

DoD : Taux de décharge de batterie

V_b : Tension de batterie

$$Nb = \frac{C_T}{C_b} \quad (III.21)$$

Nb : Le nombre de batterie

C_b : Capacité de stockage de batteries

$$Nb = \frac{576.19}{150} = 3.84 \cong 4 \text{ batterie}$$

$$Nb_s = \frac{v_{sys}}{v_b} \quad (III.22)$$

$$Nb_s = \frac{24}{12} = 2 \text{ En série}$$

$$Nb_p = \frac{Nb}{Nb_s} \tag{III.23}$$

$$Nb_p = \frac{4}{2} = 2 \text{ En parallèle}$$

Donc :

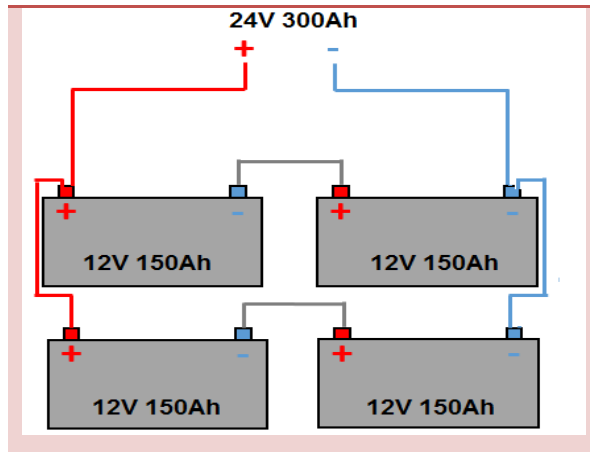



Figure III.22 : Branchement des batteries solaire

Tableau III.9 : choix de batterie solaires autonome [28]

Type d'appareil	Format	Capacité	Prix
Batterie solaire		150Ah/12v	41700DA

III.9.5 Dimensionnement des câbles

a) Calcule de la section du câble En partie DC

➤ Entre les panneaux et régulateur :

$$S = \frac{\rho \times 2 \times l \times I}{V_p \times \epsilon\%}$$

La $\epsilon\%$ En DC = 3%

$$I = I_{cc} \times N_{pp}$$

$$I = 8.69 \times 3 = 26.07A$$

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2 \times 5 \times 26.07}{30.55 \times 0.03} = \frac{443.19 \times 10^{-8}}{0.9165} = 4.83 \times 10^{-6} = 4.83 \text{ mm}^2$$

Il faut Choisir un diamètre du câble 6 mm²

➤ Entre le régulateur et batterie :

$$S = \frac{\rho \times 2 \times l \times I}{v_{\text{sys}} \times \varepsilon\%}$$

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2 \times 5 \times 26.07}{24 \times 0.03} = \frac{443.19 \times 10^{-8}}{0.72} = 6.15 \times 10^{-6} = 6.15 \text{ mm}^2$$

Il faut Choisir un diamètre du câble 10 mm²

➤ Entre la batterie et l'onduleur :

$$S = \frac{\rho \times 2 \times l \times I}{V_{\text{sys}} \times \varepsilon\%}$$

$$I = \frac{P_{\text{Onduleur}}}{V_{\text{batterie}}}$$

$$I = \frac{800}{24} = 33.3 \text{ A}$$

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2 \times 5 \times 33.3}{24 \times 0.03} = \frac{566.1 \times 10^{-8}}{0.72} = 7.86 \times 10^{-6} = 7.86 \text{ mm}^2$$

Il faut Choisir un diamètre du câble 10 mm²

b) Calcule de la section du câble en partie AC

➤ Entre l'onduleur et la charge AC :

$$S = \frac{\rho \times l \times I}{V \times \varepsilon\%}$$

La ε% En AC = 5%

$$I = \frac{P_{\text{charge}}}{220} = \frac{570}{220} = 2.59 \text{ A}$$

$$S = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 5 \times 2.59}{220 \times 0.05} = \frac{30.9 \times 10^{-8}}{6.6} = 0.02 \times 10^{-6} = 0.02 \text{ mm}^2$$

Il faut Choisir un diamètre du câble 1.5 mm²

III.9.6 Les éléments de protections

III.9.6.1 La protection en partie DC

Nous avons utilisé dans cette partie une porte fusible

➤ Fusible entre les panneaux et régulateur :

$$I = I_{\text{cc}} \times N_{\text{PP}}$$

$$I = 8.69 \times 3 = 26.07 \text{ A}$$

Donc : il faut Choisir un fusible $> 26.07A$

➤ Fusible entre le régulateur et batterie :

$$I = I_{cc} \times 3$$

$$I = 8.69 \times 3 = 26.07A$$

Donc : il faut Choisir le fusible $> 26.07A$

➤ Fusible entre la batterie et l'onduleur :

$$I = \frac{P_{\text{onduleur}}}{V_{\text{sys}}}$$

$$I = \frac{800}{24} = 33.33A$$

Donc : il faut Choisissez fusible $> 33.33A$

III.9.6.2 La protection en partie AC

Nous avons utilisé dans cette partie un disjoncteur entre l'onduleur et la charge

$$I = \frac{P_{\text{charge}}}{v}$$

$$I = \frac{570}{220} = 2.59A$$

Donc : il faut Choisissez disjoncteur $> 2.59A$

III.9.7 Composants d'un système PV Autonome

D'une manière générale, un tel montage peut se schématiser comme suit :

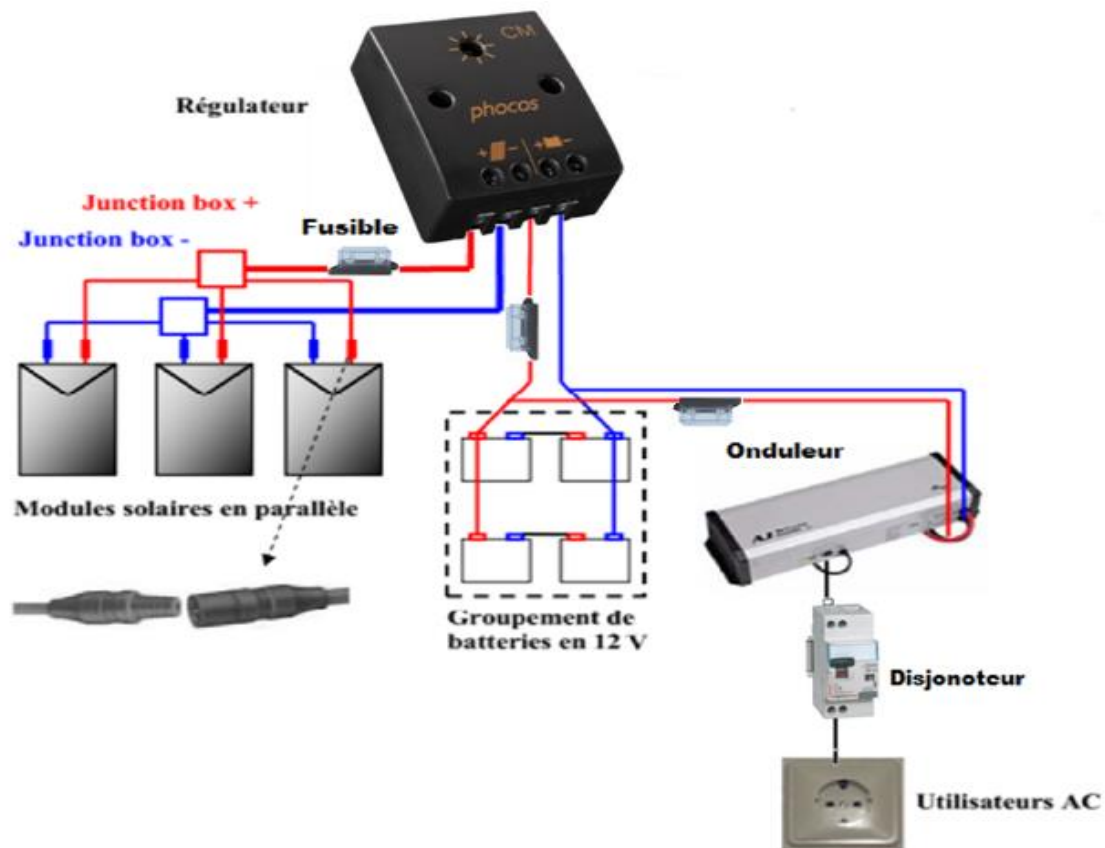


Figure III.23 : Schéma de principe de l'installation photovoltaïque autonome

III.10 Avantages et inconvénients de système de pompage PV

a) Avantages

- ✚ **L'autonomie** : le système de pompage solaire est autonome il est adapté à l'électrification dans les zones ni raccordées, ni raccordables au réseau électrique
- ✚ **La convergence** : le système de pompage solaire produit plus d'eau dans les périodes les plus ensoleillées dans l'agriculture et dans l'élevage, le besoin en eau est plus important pendant les périodes où le système produit le plus
- ✚ **L'alternative au pompage à la main** : c'est une économie d'énergie humaine et cela permet de libérer du temps pour d'autres activités
- ✚ **L'alternative au groupe électrogène** : c'est une économie de consommation de fuel ou de gaz
- ✚ **L'alternative au transport de l'eau dans une tonne** : c'est une économie de temps et de consommation de fuel (tracteur)
- ✚ **Cela ne crée pas de nuisance environnementale** : absence d'émission de CO² et de nuisance sonore

- ✚ L'indépendance aux fluctuations du prix du fuel et de son transport
- ✚ Les coûts de maintenance sont faibles
- ✚ Est la solution la plus efficace aux problèmes des régions éloignées

b) Inconvénients

- ✚ Le coût de démarrage du système n'est pas disponible pour tout le monde
- ✚ Faible efficacité basée sur le rayonnement
- ✚ Sensible au taux d'actualisation
- ✚ Sensible au taux d'utilisation du système

III.11 Pourquoi nous avons utilisé du fil de cuivre

- ✚ Flexibilité et facilité de pliage
- ✚ Est le plus commun et commun sur le marché
- ✚ Dureté et résistance aux conditions extrêmes
- ✚ Le coût est raisonnable
- ✚ Ce métal a une excellente résistance à la traction
- ✚ La chute de tension de cuivre moins que l'aluminium

III.12 Pourquoi nous avons dimensionné notre système de pompage sans batterie

Dans notre système on utilise un réservoir pour stocker l'eau.

- ✚ l'utilisation d'un réservoir de stockage pour l'eau sera nécessaire afin de pouvoir fournir à la demande d'eau
- ✚ l'utilisation de batteries comporte davantage de composants qui influent sur la crédibilité et le coût global du système
- ✚ Les batteries sont fragiles et sont souvent les premiers éléments qui auront besoin d'être changés. Elles nécessitent en outre un entretien constant et un contrôle rigoureux de leur charge et décharge
- ✚ Les batteries introduisent également un certain degré de perte de rendement d'environ 20% à 30% de la production d'énergie
- ✚ Le pompage sans batterie, plus fiable et moins coûteux qu'un système avec batterie. Le réservoir peut souvent être construit localement et la capacité de stockage peut varier d'un jour à plusieurs jours
- ✚ Ce réservoir ne requiert pas un entretien complexe et est facile à réparer localement

III.13 La durée de vie et coûts de l'installation du système de pompage photovoltaïque

III.13.1 La durée de vie de l'installation du système de pompage photovoltaïque

La durée de vie de l'installation est la même que celle des panneaux photovoltaïques
25ans

Nous utilisons un Onduleur dans 15 ans, c'est-à-dire deux Onduleurs dans 25 ans

Tableau III.10 : Durée de vie du matérielle de système de pompage.

Matériels	la durée de vie
Panneau solaire	25ans
Onduleur	15ans
Durée de vie d'installation	25ans

III.13.2 Coûts de l'installation du système de pompage photovoltaïque

Tableau III.11 : Prix de chaque appareil de système de pompage en dinars

Matériels	Prix(DA)
Panneau solaire	315000DA
2 Onduleurs	204846DA
Les câbles	6225DA
Frais d'installation	20000DA
Accessoires divers	30000DA
Total	576000DA

Coûts d'installation de pompage PV pour un an

Nous avons :

576000 DA Coûts Pour 25ans

Donc :

$$\text{Coûts pour un an} = \frac{\text{Coûts d'installation}}{25\text{ans}} \quad (\text{III.24})$$

$$\frac{576000\text{DA}}{25\text{ans}} = 23000 \text{ DA/an}$$

Calcule de prix de revient de l'électricité photovoltaïque (DA/KWh) [29]

- Consommation/25ans : l'énergie électrique nécessaire par jour pour la pompe \times Nombre du jours/an \times La durée de vie de l'installation (III.25)

$$\text{Consommation/25ans} = 14.517 \times 365 \times 25 = 132467.625 \text{ kWh sur 25 ans}$$

- Coût de l'énergie solaire photovoltaïque = $\frac{\text{Coûts d'installation PV}}{\text{Consommation/25ans}}$ (III.26)

$$\text{Coût de l'énergie solaire photovoltaïque} = 576000 / 132467.625 = 4.348 \text{ DA/kWh}$$

Tableau III.12 : Coût de l'énergie solaire photovoltaïque

Prix de 1 kilowatt d'électricité PV	l'énergie électrique nécessaire pour la pompe/an	Coût de système PV/an
4.348 DA/KWh	5298.705 KWh/an	23000 DA/an

III.14 La durée de vie et coûts de l'installation de système PV Autonome

III.14.1 La durée de vie de l'installation de système PV Autonome

La durée de vie de l'installation est la même que la durée de vie des panneaux photovoltaïques 25ans

Nous utilisons un Onduleur et un Régulateur dans 15 ans, c'est-à-dire deux Onduleurs et deux Régulateurs dans 25 ans, Et utilisons 4 Batteries dans 10 ans donc nous utilisons 12 Batteries dans 25ans

Tableau III.13 : Durée de vie matérielle de système autonome

Matériels	la durée de vie
Panneau solaire	25ans
Onduleur	15ans
Régulateur	15ans
Batterie	10ans
Durée de vie d'installation	25ans

III.14.2 Coûts de l'installation de système PV Autonome

Tableau III.14 : Prix de chaque appareil de système autonome en dinars

Matériels	Prix(DA)
3 Panneau solaire	52500DA
2 Onduleurs	95000DA
2 Régulateurs	46000DA
12 Batteries	500400DA
Les câbles	5550DA
Frais d'installation	20000DA
Accessoires divers	10000DA
Total	729450DA

Coûts de système PV autonome pour un an

Nous avons :

729450DA Coûts Pour 25ans

Donc :

$$\text{Coûts pour un an} = \frac{729450\text{DA}}{25\text{ans}} = 29178\text{DA/an}$$

III.15 Coût d'autres énergies

III.15.1 Coût de l'électricité classique

Coût de l'électricité classique/25ans = (Prix de KWh × l'énergie électrique nécessaire pour la pompe dans 25ans) + TVA 19% + Frais d'installation par société Sonelgaz

➤ Calcule le Frais d'installation de (1km/MT et 20m/BT) par société Sonelgaz [33]

Tableau III.15 : Coût d'équipements en parti de ligne MTA

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Support 106 BS G 66 pression de terre 30000	UN	7	7	629 981.95
Armement nappe – voute et armements ancrage	KN	275	275	47 381.95
1* chaine à 4 éléments	UN	18	18	126 207.72
1* chaine à 4 éléments	UN	23	23	120 132.07
Mise à la terre des supports support avec piquet	UN	0	8	20 631.3
Support 106 BS G 88 pression de terre 30000	UN	2	2	321 129.69
Sous Total : 1 265 464.68				

Dans cette partie, la Sonelgaz contribue par 35% du montant total

Tableau III.16 : Coût de TRANSPORT en parti de ligne MTA

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Transport par Camion 20 Tonnes	UN	1	0	5 600
Sous Total : 5 600				

Tableau III.17 : Coût d'équipements en parti de ligne BTA

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Neutre BT	UN	0	1	3 0051.34
Capucnon de 12.2mm ²	UN	6	0	1 0257.57
Accessoires Ancrage 35-70mm ²	UN	2	0	1 250.63
Câble Torsadé 3*70 + 1*54 + 2*16mm ²	ML	20	20	1 3389.24
Sous Total : 18 948.78				

Tableau III.18 : Coût d'équipements en parti de ligne MTA

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Mise à la terre des supports Parafoudre des éclats	UN	0	1	3 051.34
CONDUCTEUR ALMELEC 34.4 mm ²	KN	0.099	0.099	9 772.47
1* chaîne à 4 éléments	UN	3	3	21 034.62
IACM de ligne 36kV 25A	UN	1	1	232 638.56
Armement nappe-voute et armements ancrage	KG	155	155	26 0706.19
Mise à la terre des supports interrupteur/section	UN	0	1	3 573.79
Support 106 BS G 88 pression de terre 30000	UN	1	1	160 564.84
Mise à la terre des supports support avec piquet	UN	0	2	5 157.82
Sous Total :				462 499.63

Tableau III.19 : Coût d'équipements de POSTE ACC

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Support pour Post Aérien 106 BS G 88	UN	1	1	204 999.29
Armement pour Poste Aérien	KG	122	122	31 869.57
Eclateurs à cornes pour Poste Aérien 175	UN	3	3	53 152.24
Poste à Transformateur 100-30				
Plateforme de manœuvre pour Poste Aérien	UN	1	1	522 491.95
Cosses de serrage concentrique pour Poste Aérien	UN	1	1	13 505.94
Cosses de serrage concentrique pour Poste Aérien 1mm ² déporté	UN	7	7	177.78
Sous Total :				826 196.77

Tableau III.20 : Coût TRANSPORT

Désignation de l'ouvrage	Unité	Fourniture	Mise en œuvre	Cout (DA)
Transport par Camion 10 Tonnes	UN	1	0	3 600
Sous Total :				3 600

Cout d'électricité classique/25ans = $(1.7807 \times 132467.625) + (235885.0998 \times 0.19) + 2139443.222 = 2420146.49 \cong 2420146 \text{ DA}/25\text{ans}$

Donc :

$$\text{Prix de 1 kilowatt d'électricité} = \frac{\text{Cout d'électricité classique dans 25ans}}{\text{l'énergie électrique nécessaire pour la pompe dans 25ans}} \quad (\text{III.28})$$

$$\text{Prix de 1 kilowatt d'électricité} = \frac{2420146}{132467.625} = 18.27\text{DA}/\text{KWh}$$

Tableau III.21 : Cout d'électricité classique

Prix de 1 kW d'électricité classique	l'énergie électrique nécessaire pour la pompe/an	Cout d'électricité classique/an
18.27DA/KWh	5298.705KWh/an	96800DA/an

III.15.2 Le coût de l'arrosage pour un moteur diesel



Figure III.24 : Extraction d'eau avec un moteur diesel

Certains types de vieux moteurs utilisés pour l'arrosage (chan paje, Cérés D2D, Japy, astire, douds...)

De notre expérience précédente avec l'irrigation diesel, nous avons également mené un référendum avec les agriculteurs qui utilisent le même système irrigation, nous avons trouvé que la Consommation quotidienne de carburant diesel presque 10L/jour Pour remplir le Bassin d'irrigation (100m³)

- Prix du carburant diesel 23.06DA/L

Donc :

Coût d'arrosage avec un moteur diesel/25ans = (Prix du carburant diesel × Consommation quotidienne dans 25ans) + moteur diesel + Divers (Huiles, Réparation...) (III.29)

Coût d'arrosage avec un moteur diesel/25ans = $(23.06 \times 10 \times 365 \times 25) + 300000 + (50000 \times 25) = 3654225 \text{ DA}/25\text{ans}$

Donc :

Prix de 1 kilowatt d'un moteur diesel = $\frac{\text{Coût d'arrosage d'un moteur diesel dans 25ans}}{\text{l'énergie électrique nécessaire pour la pompe dans 25ans}}$

Prix de 1 kilowatt d'électricité de moteur diesel = $\frac{3654225}{132467.625} = 27.586\text{DA}/\text{KWh}$

Coût annuel = $\frac{\text{Coût d'arrosage d'un moteur diesel}/25\text{ans}}{25}$ (III.30)

Coût annuel = $\frac{3654225}{25} = 146169\text{DA}/\text{ans}$

Tableau III.22 : Cout de Système de pompage d'un moteur diesel

Prix de 1 kW d'électricité de moteur diesel	l'énergie électrique nécessaire pour la pompe/an	Coût annuel de Système de moteur diesel (DA/an)
27.586 DA/kWh	5298.705kWh/an	146169DA/an

III.16 Comparaison des différents systèmes de pompage mentionnés ci-dessus en termes de coût par kWh et annuel et en 25 ans

Comparaison de Coûts de 1 kWh de chaque système de pompage (DA/KWh)

Tableau III.23 : Coûts de 1 kWh de chaque système de pompage

Système PV (DA/kWh)	Système d'électricité classique (DA/kWh)	Système de moteur diesel (DA/kWh)
4.348 DA/kWh	18.27 DA/kWh	27.586 DA/kWh

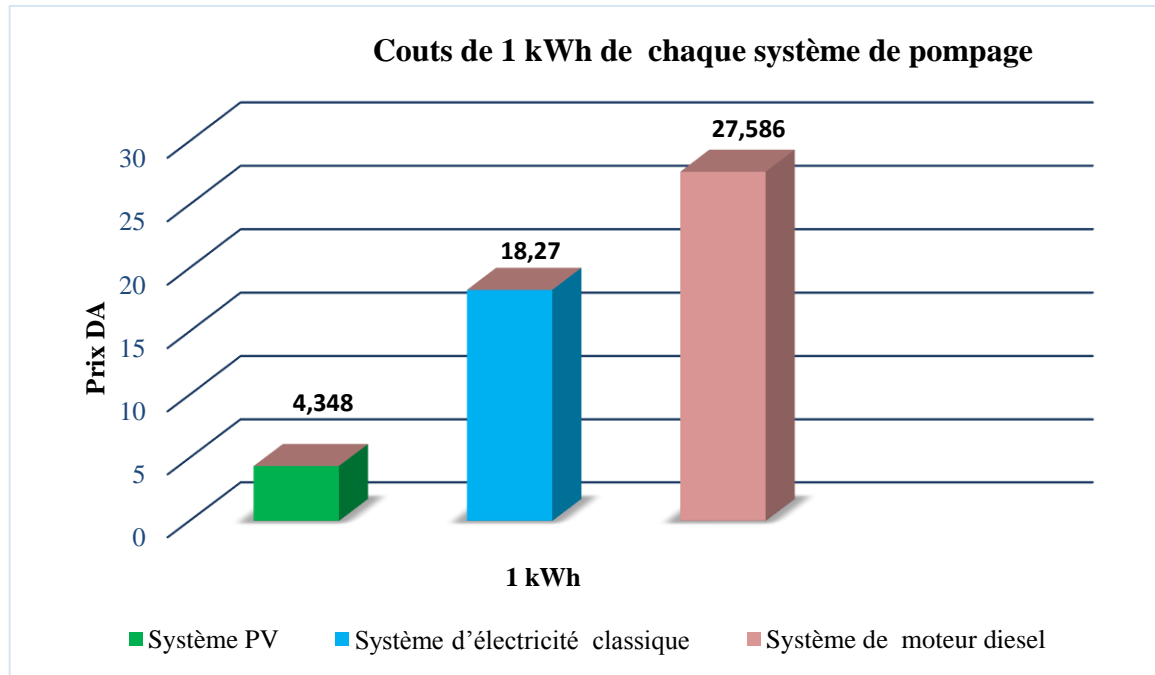


Figure III.25 : Coûts de 1 kWh de chaque système de pompage

Comparaison de coût des différents systèmes de pompage annuels

Tableau III.24 : Coût de chaque système de pompage annuel

Système PV (DA/an)	Système d'électricité classique (DA/an)	Système de moteur diesel (DA/an)
23000 DA/an	96800 DA/an	146169 DA/an

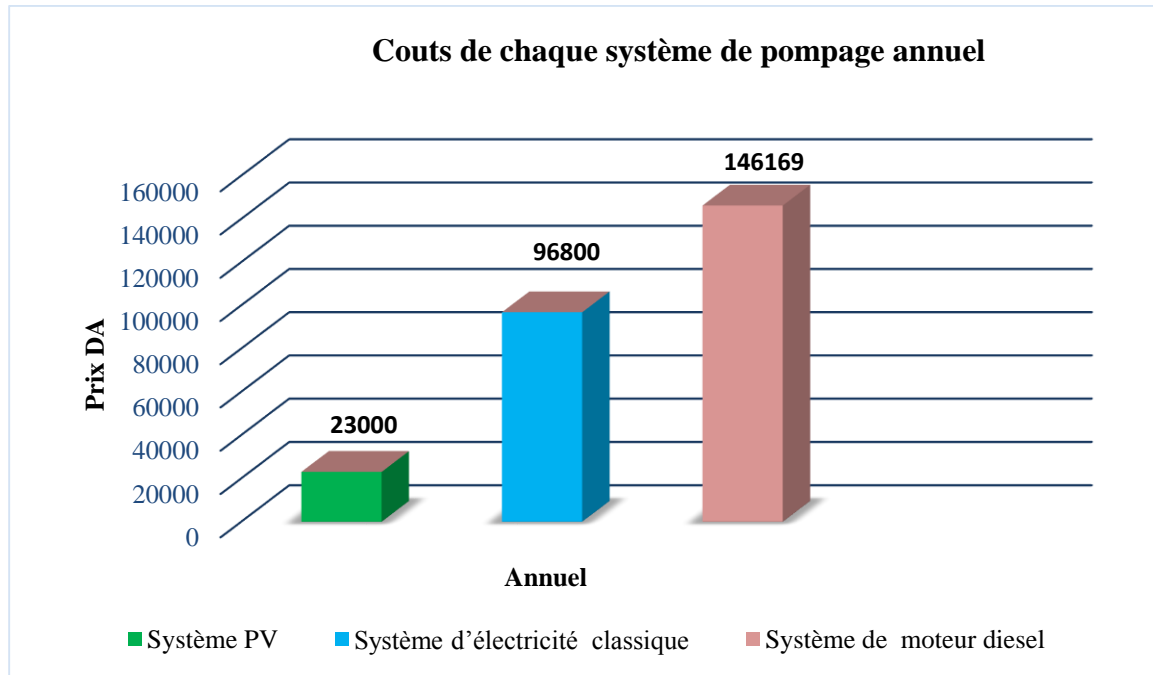


Figure III.26 : Coûts de chaque système de pompage annuel

Comparaison de coût des différents systèmes de pompage dans 25ans

Tableau III.24 : Coût de chaque système de pompage en 25 ans

Système PV (DA/25ans)	Système d'électricité classique (DA/25ans)	Système de moteur diesel (DA/25ans)
570000 DA/25ans	2420146 DA/25ans	3654225 DA/25ans

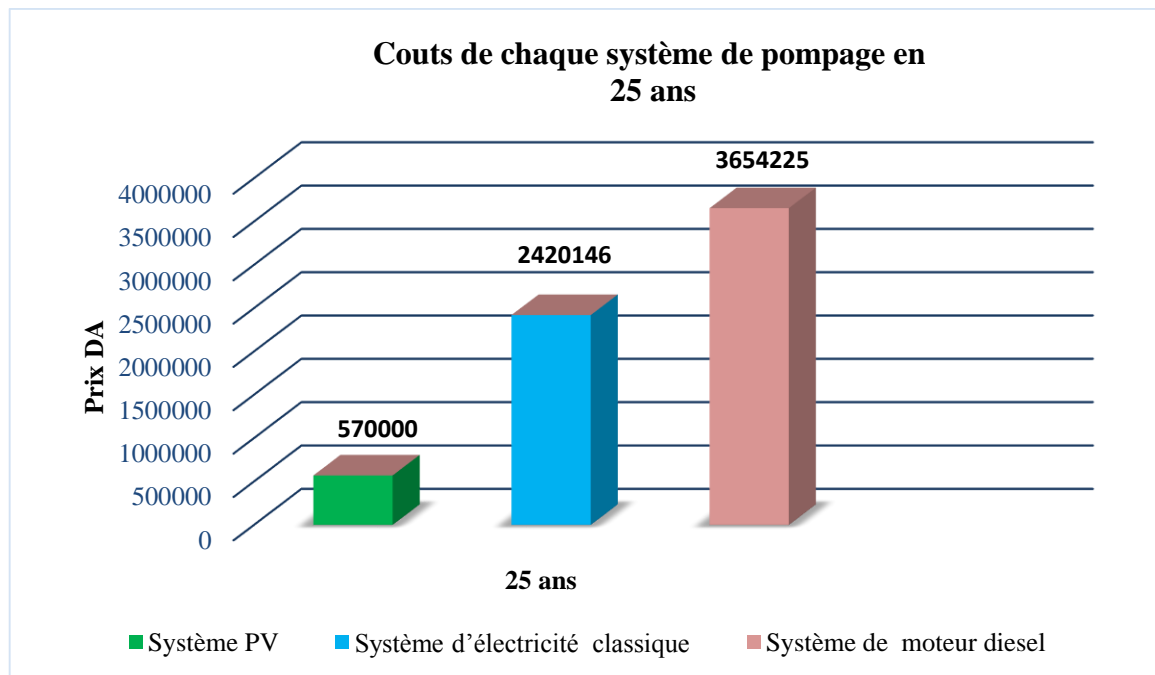


Figure III.27 : Coûts de chaque système de pompage en 25 ans

De notre comparaison, nous trouvons que l'énergie solaire est quatre fois moins chère que le système d'électricité classique et six fois que le système moteur diesel.

III.17 Les Points forts du système solaire par rapport aux autres systèmes (L'électricité classique, Moteur diesel)

- ✓ Le coût du kWh dans notre installation reste constant, D'un autre côté, ses coûts augmentent par rapport à l'électricité classique et motrice diesel en chaque année
- ✓ Nous pouvons l'utiliser dans des zones éloignées et complètement isolées, Inverser l'électricité classique et moteur diesel il est difficile pour nous de les exploiter dans de telles zones
- ✓ Maintien l'environnement pur, Inverser moteur diesel les émissions de gaz toxiques causent la pollution de l'air

III.18 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats des études qui ont conduit à Dimensions du système de pompage et dimensions du système autonome d'habitat du fellah, En donnant nos besoins énergétiques et en déterminant le nombre de panneaux photovoltaïque et les différents éléments qui couvrent ce besoin. Ainsi que l'identification des systèmes de sécurité pour la sécurité de l'équipement et du personnel. Les panneaux photovoltaïques sont

la technique la plus courante car ils utilisent des réservoirs de stockage au lieu de batteries, et peuvent réduire le coût de l'investissement.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Nous avons consacré ce travail à une étude technico économique du système de pompe optique sur le site de Biskra. On peut rapidement comprendre et justifier l'intéressement à l'énergie solaire pour pomper l'eau.

D'abord, l'énergie solaire photovoltaïque est une énergie propre, silencieuse, disponible et gratuite. C'est d'ailleurs ce qui explique que son utilisation connaît une croissance significative dans le monde. D'autre part, la demande d'énergie électrique, essentiellement pour les besoins des zones rurales et les sites isolés, ne cessent d'augmenter, en particulier, les systèmes de pompage d'eau.

Classiquement sur ce type de site, on utilise l'énergie conventionnelle par groupe électrogène. Mais cette énergie présente plusieurs contraintes, comme le transport du combustible et les entretiens périodiques pour les moteurs diesels.

Dans ce travail, les principaux points abordés sont :

- ✓ Approfondissement les connaissances concernent le système photovoltaïque
- ✓ Etude hydrogéologique (défient nappe de la région pour montrer les profondeurs d'eau)
- ✓ Application sur terrain agricole réel
- ✓ Un bilan de puissance pour l'irrigation et l'habitant
- ✓ Dimensionnement le système photovoltaïque
- ✓ Etude économique les trois systèmes d'alimentation (PV, électricité conventionnel, diesel)
- ✓ Comparaison entre les trois types d'alimentation

Enfin, d'après le calculs effectués dans ce travail le système PV présent non seulement des avantages écologiques mais aussi les avantages économiques par rapport aux autres alternative à savoir (diesel et électricité classique), ce qui rend son utilisation très demandée surtout dans les sites isolés.

BIBLIOGRAPHIQUE

Bibliographiques

- [1] : FEDDAOUI Omar « Contribution à l'Etude des Systèmes Hybrides de Génération Application aux Energies Renouvelables » Mémoire de magister, Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras 2014.
- [2] : http://www.energies-renouvelables.org/energie_eolienne.asp
- [3] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Biomasse_\(%C3%A9nergie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Biomasse_(%C3%A9nergie))
- [4] : <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/qu-est-ce-que-l-energie-hydraulique>
- [5] : CHETTI Djamel eldine « simulation numérique de la gestion d'eau dans une membrane d'une pile à combustible du type pemfc » Mémoire de magister 2010.
- [6] : http://www.energies-renouvelables.org/energie_geothermie.asp
- [7] : http://www.energies-renouvelables.org/energies_marines.asp
- [8] : AOUI Saliha « Modélisation et commande d'un système de pompage photovoltaïque » UNIVERSITE FERHAT ABBAS — SETIF-1 UFAS (ALGERIE) Mémoire de Magister département d'Electrotechnique 2014.
- [9] : M. SLAMA Fateh « Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique » UNIVERSITE FERHAT ABBAS – SETIF UFAS (ALGERIE) Mémoire de Magister département.
- [10] : Djarallah, Mohamed, « CONTRIBUTION A L'ETUDE DES SYSTEMES PHOTOVOLTAIQUES RESIDENTIELS COUPLES AU RESEAU ELECTRIQUE » UNIVERSITE DE BATNA Thèse de Doctorat en Science, 2008. D'Électrotechnique 2011.
- [11] : S. NAOUAL, « Modélisation et Extraction Automatique des Paramètres d'un Générateur » Université Ferhat Abbas de Sétif Mémoire de Magister, Département d'électrotechniques 2010.
- [12] : ZOUAK Belkacem « étude de l'évolution des caractéristiques des matériaux thermoélectriques des anciennes et nouvelles générations et applications photovoltaïque thermoélectricité » mémoire de magister en Electronique Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2012.
- [13] : PETIBON Stéphane "Nouvelles architectures distribuées de gestion et de conversion de l'énergie pour les applications photovoltaïques » Mémoire de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE 2009.

- [14] : SOFIANE ABADA « ETUDE ET OPTIMISATION D'UN GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE POUR LA RECHARGE D'UNE BATTERIE AVEC UN CONVERTISSEUR SEPIC » Mémoire de DOCTORAT FACULTE DES SCIENCES ET DE GENIE UNIVERSITE LAVAL QUEBEC.
- [15] : L. ABBASSEN « Etude de la connexion au réseau électrique d'une centrale centrale photovoltaïque » Mémoire de magister, université mouloud Mammeri 2011 Tizi ouzzo.
- [16] : HASSINI, BELGHITRI HOUDA. « Modélisation, simulation et optimisation d'un système hybride éolien-photovoltaïque » mémoire de magister U NIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID DE TLEMCEM FACULTE DE SCIENCES 2009.
- [17] : <http://www.solaire-guide.fr/onduleurs-photovoltaïques/>
- [18] : Ministry of Energy <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=potentiels>
- [19] : S. Makhloufi « Contribution à l'optimisation des installations photovoltaïques par des commandes intelligentes ». Thèse de doctorat en science université de Batna 2013.
- [20] : E. Lorenz et al: « Solar Electricity: Engineering of Photovoltaic Systems. », report of the Universidad Politécnica de Madrid., 2000.
- [21] : D. Y. Goswami: « Principles of Solar Engineering »; Taylor and Francis, second ed., 2000.
- [22] : Q. Kou, S.A. Klein, W.A. Beckman: « A method for estimating the long-term performance of direct-coupled PV pumping systems », Solar Energy, Volume 64, Issues 1–3 1998.
- [23] : Boutouga Fateh « Ressources et Essai de Gestion des eaux dans le Zab Est de Biskra » MEMOIRE En vue de l'obtention du diplôme de Magistère UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA 2012.
- [24] : MOHAMED CHEBBAH « Litho stratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique (Zibans, Algérie) » Thèse de Doctorat d'Etat En GEOLOGIE UNIVERSITE MENTOURI – CONSTANTINE 2007.
- [25] : M.Capdériaux, Atlas solaire en Algérie (tome 1, 2 et 3), O.P.U Alger, 1988.
- [26] : Hamani Nadjetta « Modélisation du flux solaire incident et de la température de sortie dans un capteur solaire à eau avec effet de concentration du rayonnement solaire incident. » MEMOIRE En Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister En Physique du Solide Université Mohamed Khider-Biskra.

- [27] : M.KHOMRI ZINE-EDDINE « La recharge artificielle de la nappes alluviale d’oued Biskra (wilaya de Biskra) » MEMOIRE En Vue de l’Obtention du Diplôme de Magister Diplôme Génie Rural Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach Alger 2014.
- [28] : N.G.T MEZINI Energie solair Point de vente wilaya de Biskra.
- [29] : <https://www.quelleenergie.fr/questions/calculer-prix-revient-photovoltaique>
- [30] : Algerian PV Company S.A.R.L « Zone industrielle de chetouane, desserte N°8, Telmcen, Algérie »
- [31] : Ilyass Boudouar et Khalid Melouard « Dimensionnement et installation d'un système de pompage photovoltaïque » Mémoire de Stage professionnel Filière de licence professionnelle UNIVERSITE IBN ZOHR AGADIR 2017
- [32] : Mohamed Lakhdar Louazene « Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque sur le site de Ouargla » Mémoire de Magister Faculté des Sciences de l’Ingénieur Département d’Electrotechnique UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR –BATNA 2008
- [33] : Chiffrage des travaux en électricité « ALIM MT 30 kV POSTE LIVRASON FGE TOLGA » Société de Distribution de l’Electricité et du gaz du Centre BISKRA Le 04/06/2018
- [34] : ww2.ac-poitiers.fr/electrotechnique/IMG/doc/demarrage_moteur_async_tri_prof.doc
- [35] : <file:///C:/Users/hp/Desktop/m%C3%A9moire%20okba/onduleur%20abb%205.5kw/ACS35503E12A54%20%20ABB%20ACS355%20Inverter%20Drive%205.5%20kW%20with%20EMC%20Filter,%203Phase%20In,%20380%20%E2%86%92%20480%20V,%2012.5%20A,%200%20%E2%86%92%20600Hz%20Out,%20IP20%20%20ABB.html>
- [36] : Siege Social : 08, Avenue Hakim Saàdane, 07000 Biskra, Algérie « société TAHRAOUI »
- [37] : ISOFOTONE ALGERIE « FABRICATION, FOURNITURE, INSTALLATION, ETUDES, SUIVI DES SYSTEMES UTILISANT L’ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE ET THERMIQUE »

ANNEXES


Annexes

Les panneaux solaires

PERFORMANCES ELECTRIQUES SOUS LES CONDITIONS (STC)


Conditions standards de test : irradiation 1000W/m², température de cellule 25°C, masse d'air 1.5 G

	ALPV 250P60
Puissance (Pmpp).	250,00 W
Tension à puissance max (Umpp).	30,55 V
Intensité à puissance max (Impp).	8,19 A
Tension en circuit ouvert (Uoc).	36,67 V
Intensité du court circuit (Isc).	8,69 A
Rendement module.	15,37 %



Onduleur de pompage

Attribute	Value
Power Rating	5.5 kW
Phase	3
Supply Voltage	380 → 480 V
Current Rating	12.5 A
Output Frequency	0 → 60Hz
For Use With	5.5 kW AC Motor
Ambient Temperature	-10 → +40°C
Series	ACS355



La Pompe

Vitesse de pompe : 2900t/min

La nature : immergée

Puissance utile : 4.0 KW

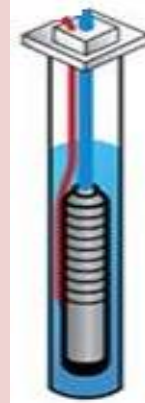
Marque : SAER (NR-151F/4)



Forage

La nature du forage : irrigation

Profondeur : 40mce



Bassin

Hauteur : 1.60m

Largeur : 8m

Longueur : 9m

Volume : 100m³



Périmètre à irriguer

Surface : 4ha

Nature de culture : palmiers

Le nombre des palmiers dans




la surface : 400 Palm



Les types d'appareils nécessaires à l'installation leurs propriétés et leurs prix

Les types des matériels d'installation PV disponible à point de vente de wilaya du Biskra

Type Appareil	La forme	Caractéristiques techniques	Prix
Panneaux solaire		250w	17500DA
Panneaux solaire		280w	35000DA
Régulateur solaire STECA		12v/10A	7500DA
Régulateur solaire STECA		12v/20A	15200DA
Régulateur solaire phocos		24v/30A	23000 DA
Régulateur solaire phocos		24v/40A	45500DA
Onduleur Solaire		12V/350W	h21000DA
Onduleur Solaire		24V/350W	21000DA
Onduleur Solaire		24v/800w	45700DA
Onduleur Solaire		12v1200w	112000DA
Onduleur Solaire		24v 1200w	112000DA
Onduleur Solaire		12v 1500w	119000DA
Onduleur Solaire		24v2000w	145700DA
Onduleur Solaire Mppt		24v3000w	295000DA

Batterie solaire		12V/100AH	27800DA
Batterie solaire		12V/120AH	31600DA
Batterie solaire		12V/150AH	41700DA

La carte de magasin qui contient l'équipement utilisé dans notre installation autonome



Les prix des câbles

Section du câble	Prix de câble en DA
3 × 1.5	60DA
3 × 2.5	100DA
3 × 4	160DA
4 × 4	205DA
2 × 6	160DA
4 × 6	315DA
3 × 10	445DA
4 × 10	465DA
4 × 16	715DA
4 × 25	1153DA

La carte de magasin qui contient les câbles



La carte de magasin qui contient l'électropompe



Fiche technique de régulateur

Intensité de charge max.		40A
Intensité de débit max.		40A
Voltage du système		12/24V
Autoconsommation		<4mA
Dimensions(LxHxP)		92x93x38mm
Type de protection		IP22