

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Supérieure des Sciences Appliquées
d'Alger



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا في العلوم التطبيقية بالجزائر

Département du second cycle

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de master

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Traction électrique

Thème :

Le pompage solaire
photovoltaïque

Présenté par :
MAMMAR CHAOUCH Meriem

Encadré (e) par : Dr.A. BENACHOUR

Soutenu publiquement, le :24/06/2023,

Devant le Jury composé de :

Dr.M. AISSIOU..... Président

Dr.A.DEBOUCHA Examineur

Dr.A.BENACHOUR.....Encadreur

Remerciements

Nous exprimons tout d'abord notre gratitude à ALLAH, qui nous a guidés et nous a accordé la force, la volonté et la patience pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers notre promoteur, le **Dr. A. BENACHOUR**, pour sa disponibilité et sa contribution précieuse. Ses orientations, conseils et remarques ont été d'une grande valeur, et nous lui témoignons ici notre profonde reconnaissance pour le temps qu'il nous a accordé.

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à :

- **Le Dr. M. AISSIOU**, qui a présidé notre jury de soutenance.
- **Le Dr. A. DEBOUCHA**, qui a accepté d'être examinateur et qui a consacré son précieux temps à la lecture de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers tous les enseignants en traction électrique pour leur travail afin de nous transmettre leurs connaissances précieuses tout au long de notre parcours à l'École supérieure en sciences appliquées d'Alger.

Nous adressons une attention particulière à nos familles, qui nous ont apporté un soutien permanent, tant sur le plan financier que sur le plan émotionnel. Nous leur témoignons notre profonde reconnaissance et gratitude.

Nous remercions sincèrement tous nos amis qui nous ont apporté un soutien précieux et une assistance lors des moments difficiles.

Enfin, nous exprimons notre sincère reconnaissance envers toutes les personnes qui, par leur participation ou leurs suggestions, nous ont aidés tout au long de ce projet. Leurs contributions sont très appréciées et nous les remercions sincèrement.

Dédicaces

Je dédie ce travail À celle qui m'a donné la vie, l'amour et le courage, la prunelle de mes yeux, mon ange gardien, qui a sacrifié pour mon bonheur et qui sacrifie encore À celle qui n'a jamais cessé de prier pour ma réussite et que mes souhaits se réalisent, à une femme exceptionnelle : ma maman.

Celui qui m'encourage à chaque pas que je fais, celui qui me soulève après chaque obstacle, et qui croit en moi lorsque j'en doute, mon pilier, mon exemple de vie, mon idole, celui qui a été avec moi tout au long de mes années d'études, qui a souffert avec moi, à un homme formidable : mon papa

A ma petite adorée, qui m'encourage malgré son jeune âge, ma sœur Melissa que j'aime du plus fond de mon cœur

A ma chère grand-mère paternelle et mes chers grands-parents maternels, que je remercie pour les vœux qu'ils n'ont cessé de formuler dans leurs prières. Que Allah leur préserve santé et longue vie.

A la mémoire de mon cher grand père qui serai très fière de moi je ne t'oublierai jamais

A ma chère tante maternelle qui me soutient toujours ainsi que son époux

A mon cher oncle maternel pour ses conseils et sa bienveillance

A mes chères cousines pour leurs disponibilités et leurs amours depuis notre jeune âge mes sœurs de cœur Ikram et Ferial

A mes amies : Amina, Manel qui sont toujours à mes côtés, à mon ami Nadjib malgré la distance il ne cesse de me soutenir et de m'encourager et à Karim pour son soutien inconditionnel qui m'a motivé à donner le meilleur de moi-même.

A mes formidables amis que j'ai connu à l'école avec qui j'ai passé des moments inoubliables spécialement : Nassima, Roumaïssa, Selma et Chakib

Meriam

Table des matières

| | |
|---|----|
| | 1 |
| CHAPITRE I: pompage photovltaique | 1 |
| I.1 Introduction | 1 |
| I.2 Ressources d'eau en Algérie | 1 |
| I.3 Pompage solaire..... | 2 |
| I.3.1 Avantages du pompage solaire | 3 |
| I.3.2 Les méthodes de pompage solaire..... | 3 |
| I.3.3 Les composants du système de pompage photovoltaïque | 6 |
| I.3.4 Utilisations du système de pompage solaire : | 13 |
| I.4 Conclusion | 17 |
| Bibliographie..... | 18 |

Tables des figures

| | |
|--|----|
| Figure I-1 pompage au fil du soleil | 4 |
| Figure I-2 schéma de pompage solaire avec batteries | 5 |
| Figure I-3 schéma du système de pompage photovoltaïque..... | 6 |
| Figure I-4 De la cellule aux panneaux photovoltaïque[5]..... | 6 |
| Figure I-5 principe de fonctionnement du pv | 7 |
| Figure I-6 moteur à courant continu..... | 10 |
| Figure I-7 moteur à induction..... | 11 |
| Figure I-8 schéma de pompage solaire par une pompe centrifuge..... | 11 |
| Figure I-9 schéma de pompage solaire par une pompe volumétrique..... | 12 |
| Figure I-10 irrigation de surface..... | 14 |
| Figure I-11 Irrigation par aspersion..... | 14 |
| Figure I-12 irrigation gouttes à gouttes | 16 |

CHAPITRE I: POMPAGE PHOTOVOLTAÏQUE

I.1 Introduction

L'Algérie, est confronté au stress hydrique, classé parmi les pays les plus défavorisés en termes de ressources hydriques. La question de l'eau est étroitement liée au développement durable, car elle doit répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.

De nos jours, la demande en eau est de plus en plus importante, notamment dans les zones rurales et les sites isolés où l'accès à l'énergie traditionnelle est difficile, voire pratiquement impossible. Ce phénomène a suscité un intérêt croissant pour l'utilisation des générateurs photovoltaïques en tant que nouvelle source d'énergie.

I.2 Ressources d'eau en Algérie

L'Algérie dispose de diverses ressources en eau, bien que le pays soit confronté à des défis importants en matière de disponibilité et de gestion de cette ressource. Voici un aperçu des principales ressources en eau de l'Algérie :

La majeure partie du pays (87%) est un désert où les précipitations sont quasi nulles, mais qui Recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines, la partie Nord du pays est Caractérisée par son climat méditerranéen ; elle dispose de ressources en eau renouvelables, tant pour les eaux de surfaces que pour les nappes phréatiques. Les 90% des eaux de surface sont situées dans la région du Tell qui couvre environ 7% du territoire. Le pays est également caractérisé par une forte disparité entre l'Est et l'Ouest la région Ouest est bien dotée en plaines mais est peu arrosée, la partie Est du pays est une zone montagneuse où coulent les principaux fleuves.

Le climat de l'Algérie connu pour sa grande diversité spatiale et sa grande variabilité inter- annuelle se distingue par :

La majeure partie du pays (87%) est un désert où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines, La partie Nord du pays est caractérisée par son climat méditerranéen ; elle dispose de ressources en eau renouvelables, tant pour les eaux de surfaces que pour les nappes phréatiques. Les 90% des eaux de surface sont situées dans la région du Tell qui couvre environ 7% du territoire. Le pays est également caractérisé par une forte disparité entre l'Est et l'Ouest. La région

Ouest est bien dotée en plaines mais est peu arrosée. La partie Est du pays est une zone montagneuse où coulent les principaux fleuves

L'Algérie dispose d'importantes ressources en eau, avec une évaluation globale de 19,4 milliards de mètres cubes par an. Les ressources en eau souterraine dans les nappes du Nord du pays, considérées comme renouvelables, sont estimées à près de 2 milliards de mètres cubes par an. Les ressources en eau de surface dans cette région sont estimées à 12 milliards de mètres cubes par an.[1]

Dans le Sud du pays, on trouve des ressources en eau souterraine considérables). Les réserves d'eau y sont très importantes, atteignant environ 60 000 milliards de mètres cubes, dont 40 000 milliards se trouvent en Algérie. Il convient de noter que cette ressource n'est pas renouvelable, ce qui signifie qu'elle ne peut pas être régénérée à un rythme équivalent à son utilisation.

Il est essentiel de gérer ces ressources en eau de manière durable pour préserver l'accès à l'eau pour les générations actuelles et futures. La quantité limitée d'eau non renouvelable dans le Sud du pays souligne l'importance de l'utilisation responsable de cette ressource et de la recherche de solutions alternatives, comme le dessalement de l'eau de mer et l'utilisation de techniques efficaces d'irrigation et de gestion de l'eau.

I.3 Pompage solaire

L'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour le pompage d'eau est considérée comme l'un des domaines les plus prometteurs pour l'application de l'énergie solaire. Les systèmes de pompage d'eau utilisant des panneaux solaires photovoltaïques nécessitent simplement une exposition suffisante au soleil. Cette utilisation de l'énergie solaire est appropriée car il existe souvent une corrélation directe entre la disponibilité de l'énergie solaire et les besoins en eau.

Les systèmes de pompage d'eau photovoltaïques sont particulièrement adaptés à l'approvisionnement en eau dans des régions isolées où l'électricité conventionnelle n'est pas disponible. Le processus consiste à pomper l'eau tant que le soleil brille et à la stocker dans un réservoir pour une utilisation ultérieure. Ainsi, les consommateurs peuvent être alimentés en eau même la nuit ou lors de journées nuageuses. L'eau pompée peut être utilisée dans de nombreuses applications, telles que l'usage domestique et l'irrigation..[2]

I.3.1 Avantages du pompage solaire

- **Autonomie énergétique** : Le système de pompage solaire fonctionne de manière autonome, ce qui le rend adapté à l'électrification des zones non connectées au réseau électrique
- **Convergence entre la production d'eau et les besoins** : Le système de pompage solaire produit davantage d'eau pendant les périodes les plus ensoleillées. Cela correspond aux besoins accrus en eau dans l'agriculture et l'élevage pendant ces périodes.
- **Remplacement des groupes électrogènes** : L'énergie solaire utilisée pour le pompage d'eau permet de réduire la consommation de combustibles tels que le fuel ou le gaz, qui seraient nécessaires avec un groupe électrogène traditionnel.
- **Impact environnemental réduit** : Le pompage solaire n'engendre pas d'émissions de CO2 ni de nuisances sonores, contribuant ainsi à préserver l'environnement.

I.3.2 Les méthodes de pompage solaire

Il existe deux techniques possibles pour pomper l'eau à l'aide d'un système photovoltaïque :

La première technique est appelée "pompage au fil du soleil". Dans cette approche, l'énergie solaire est consommée en temps réel, c'est-à-dire que l'eau est pompée directement lorsque le soleil brille. Toutefois, pour assurer un approvisionnement en eau constant, il est nécessaire de stocker l'eau pompée dans un réservoir. Ainsi, l'eau captée pendant la journée peut être conservée pour une utilisation ultérieure, par exemple, pendant la nuit.

La deuxième méthode consiste à utiliser des batteries pour stocker l'énergie produite par les panneaux solaires. Pendant les heures ensoleillées, l'énergie solaire excédentaire est stockée dans ces batteries. Cette énergie stockée peut ensuite être utilisée pour alimenter la pompe à eau lorsque l'énergie solaire est insuffisante, comme pendant la nuit ou par temps nuageux. Cette méthode permet de maintenir un fonctionnement continu du système de pompage, indépendamment de la disponibilité immédiate de l'énergie solaire.[3]

I.3.2.1 Pompage « au fil du soleil »

La méthode de pompage "au fil du soleil" simplifie le système photovoltaïque, le rend plus fiable et réduit les coûts. Dans cette première technique, c'est l'eau elle-même qui est pompée et stockée lorsque l'ensoleillement est suffisant, ce qui permet un stockage hydraulique.

L'eau pompée est ensuite stockée dans un réservoir situé à une certaine hauteur au-dessus du sol. Ce positionnement en hauteur permet ensuite de distribuer l'eau par gravité lorsque cela est nécessaire. Il est important de noter que ce réservoir d'eau peut souvent être construit localement, ce qui facilite sa mise en place et réduit les coûts. De plus, il ne nécessite pas un entretien complexe et peut être réparé localement en cas de besoin.

La capacité de stockage du réservoir peut varier en fonction des modèles utilisés et des besoins spécifiques du projet. Elle peut être conçue pour stocker de l'eau pendant une période allant d'un à plusieurs jours, assurant ainsi un approvisionnement continu en eau même en cas de variations de l'ensoleillement.

- **Avantages**

- Economie du coût des batteries et par conséquent leur maintenance

- PV plus simple, plus fiable et moins coûteux

- Meilleur rendement énergétique

- **Inconvénients**

- Perte d'énergie au début et à la fin de la journée

- Le débit de la pompe n'est pas constant et le rabattement du forage peut-être trop élevé durant certaines périodes de la journée [4]

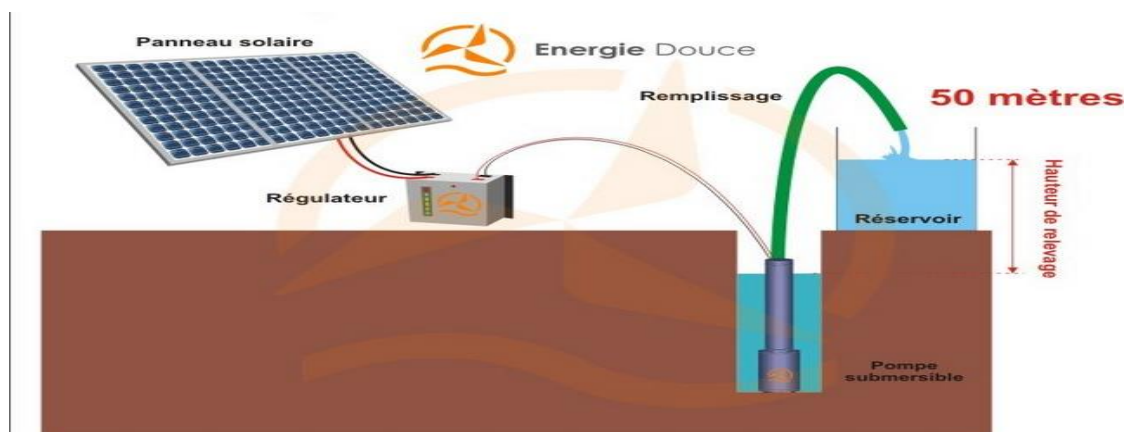


Figure I-1 pompage au fil du soleil

I.3.2.2 Pompage avec batteries (stockage électrique)

La méthode de pompage d'eau utilisant l'énergie stockée sur des batteries présente certains avantages, notamment la garantie d'une alimentation stable des équipements et la possibilité de pomper même en l'absence de soleil. De plus, l'énergie stockée peut être utilisée ultérieurement pour d'autres besoins. Cependant, cette technique comporte plusieurs inconvénients qui ont un impact négatif sur la fiabilité et le coût global du système.

L'un des inconvénients majeurs de cette méthode est la présence de plusieurs composants qui influent sur la fiabilité du système et augmentent les coûts. Les batteries utilisées sont fragiles et nécessitent souvent un remplacement fréquent. Elles requièrent également un entretien constant et une surveillance rigoureuse de leur charge et décharge. De plus, les contrôleurs utilisés pour réguler la charge et la décharge des batteries peuvent rapidement s'user et devenir peu fiables.

En outre, l'utilisation de batteries entraîne une perte de rendement d'environ 20% à 30% de la production d'énergie. Cette perte d'efficacité est due aux pertes d'énergie lors de la conversion et du stockage dans les batteries.[3]

- **Avantages**

- Débit de la pompe régulier et à pression fixe
- Possibilité de pomper l'eau lorsque le soleil est absent

- **Inconvénients**

- Changement des batteries tous 5 à 7 ans
- Les batteries introduisent un certain degré de perte de rendement d'environ 20 % à 30% de la production d'énergie
- Coût élevé du système PV [4]

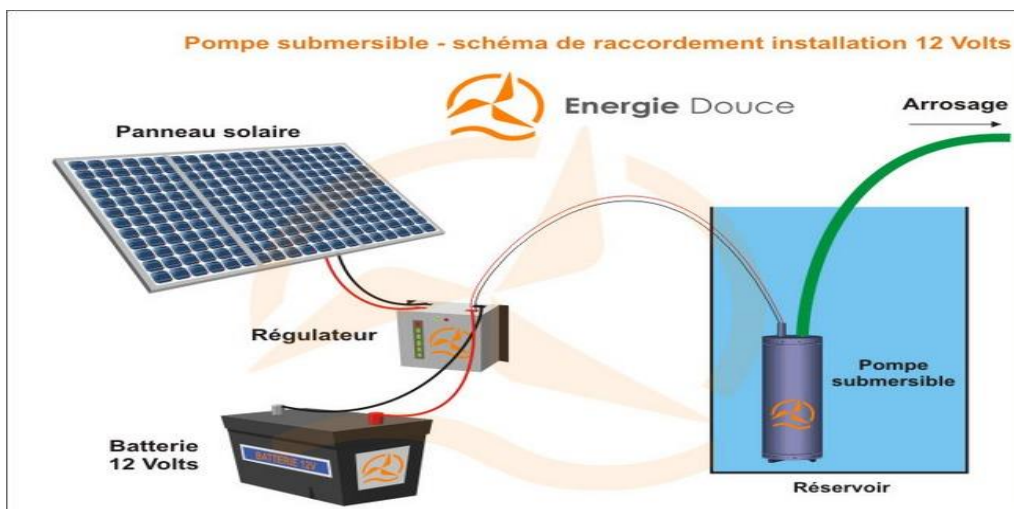


Figure I-2 schéma de pompage solaire avec batteries

I.3.3 Les composants du système de pompage photovoltaïque

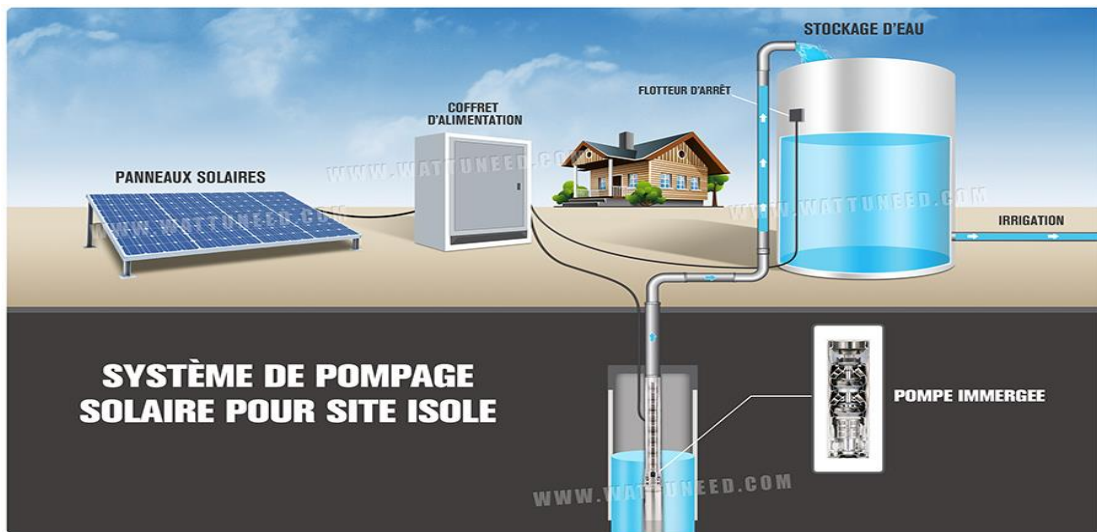


Figure I-3 schéma du système de pompage photovoltaïque

I.3.3.1 Générateur photovoltaïque

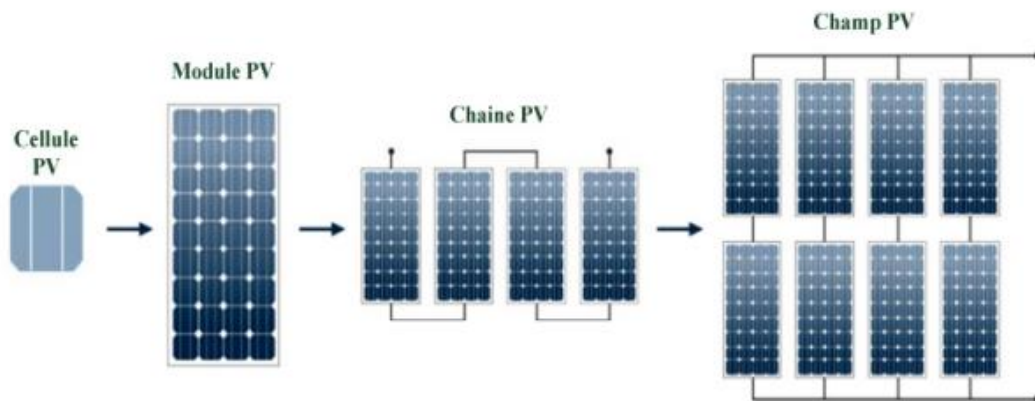


Figure I-4 De la cellule aux panneaux photovoltaïque[5]

- **Cellule photovoltaïque :**

Les cellules sont des composants optoélectroniques qui convertissent les irradiations provenant du soleil en électricité à courant continu. Elles sont réalisées à l'aide des matériaux semi-conducteurs

- **Principe de fonctionnement**

L'effet photovoltaïque est utilisé dans les cellules solaires pour convertir directement l'énergie lumineuse du soleil en électricité. Ce processus implique la production et le transport de charges électriques positives et négatives dans un matériau semi-conducteur sous l'effet de la lumière. Le matériau est composé de deux parties, une dopée de type n avec un excès d'électrons et une dopée de type p avec un déficit d'électrons. Lorsqu'elles sont mises en contact, les électrons en excès dans la partie n diffusent vers la partie p, créant une zone chargée positivement et une zone chargée négativement. Une jonction p-n est ainsi formée, générant un champ électrique qui repousse les électrons vers la zone n et les trous vers la zone p. En ajoutant des contacts métalliques sur les deux zones, une diode est créée. Lorsque la jonction est exposée à la lumière, les photons d'énergie suffisante transfèrent leur énergie aux atomes, permettant à un électron de passer de la bande de valence à la bande de conduction, créant également un trou mobile. Cela forme une paire électron-trou. Si une charge est connectée aux bornes de la cellule, les électrons de la zone n se déplacent vers les trous de la zone p à travers le circuit externe, créant ainsi une différence de potentiel et permettant au courant électrique de circuler.

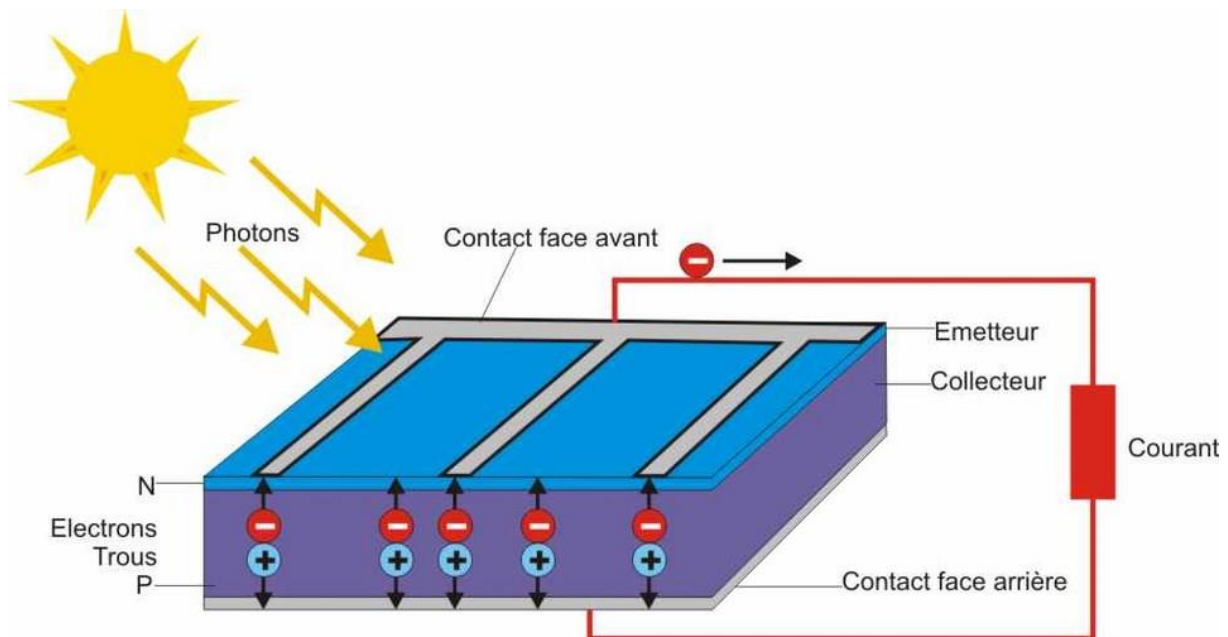


Figure I-5 principe de fonctionnement du pv

Selon le matériau et la technologie de fabrication, il existe trois types de cellules photovoltaïques :

a) Silicium monocristallin :

Les cellules en silicium monocristallin sont considérées comme la première génération de générateurs photovoltaïques.

- Avantages :
 - Bon rendement, de 12% à 18%.
 - Disponibilité sur le marché.
- Inconvénients :
 - Coût élevé.
 - Rendement plus faible sous un faible éclaircissement.

b) Silicium polycristallin (multicristallin) :

Pendant le processus de refroidissement du silicium, plusieurs cristaux se forment. Les cellules photovoltaïques présentent un aspect bleuté avec des motifs distincts créés par les différents cristaux.

- Avantages :
 - Forme carrée de la cellule (coins arrondis dans le cas du silicium monocristallin) permettant un meilleur agencement dans un module.
 - Moins cher qu'une cellule monocristalline.
- Inconvénients :
 - Rendement inférieur à celui d'une cellule monocristalline, de 11% à 15%.
 - Ratio surface/puissance moins favorable que pour le monocristallin (environ 100 cm²/W).

c) Silicium amorphe :

Le silicium amorphe est produit en projetant un gaz résultant de la transformation du silicium sur une feuille de verre. Les cellules photovoltaïques sont de couleur gris très foncé. Elles sont utilisées dans des dispositifs tels que les calculatrices et les montres solaires.

- Avantages :
 - Fonctionne avec un faible éclaircissement ou un éclaircissement diffus (même par temps couvert).
 - Légèrement moins cher que les autres technologies.
 - Intégration possible sur des supports souples ou rigides.

- Inconvénients :

- Rendement plus faible en plein soleil, de 6% à 8%.
- Performances qui diminuent avec le temps (environ 7%).[5]

- **Les panneaux solaires**

Pour obtenir des puissances supérieures, il est nécessaire d'associer en série et en parallèle plusieurs modules. Dans certaines applications, il est possible d'utiliser un ou plusieurs modules de quelques dizaines de cellules. Pour des utilisations plus importantes, les générateurs PV sont groupés dans un champ de plusieurs modules. Leur nombre dépend des besoins énergétiques de la pompe et de l'ensoleillement du site. Les panneaux solaires peuvent être inclinés de 10 à 60°. En fonction du type de système de pompage Solaire, le générateur photovoltaïque demande une ou plusieurs branches câblées en série.

I.3.3.2 Le groupe électropompe

Le groupe électropompe est constitué de 2 éléments assemblés en usine : Un moteur.et Une pompe en acier inoxydable. Le type de pompe dépend du débit voulu et de la hauteur manométrique

a. Le moteur :

Le moteur d'un groupe électropompe convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Il existe deux types de moteurs : à courant continu ou à courant alternatif. Dans le cas d'un moteur à courant alternatif, un convertisseur électronique appelé onduleur est nécessaire pour convertir le courant continu provenant du générateur photovoltaïque en courant alternatif

- **Moteur à courant continu**

Un moteur à courant continu est une machine qui transforme l'énergie électrique disponible en une tension et un courant continu, ou du moins unidirectionnels, en énergie mécanique. Comme toute machine tournante, il est composé d'une partie fixe appelée stator et d'une partie mobile appelée rotor, séparées par un entrefer. Le stator contient des aimants qui créent le champ magnétique dans l'entrefer.

L'énergie électrique appliquée à un moteur est convertie en énergie mécanique en inversant le sens du courant circulant dans un induit (généralement le rotor) soumis à un champ magnétique généré par un inducteur (généralement le stator). La commutation du

courant dans le rotor d'un moteur à courant continu est réalisée à l'aide de balais composés de charbon et de graphite, ou par commutation électronique.[4]

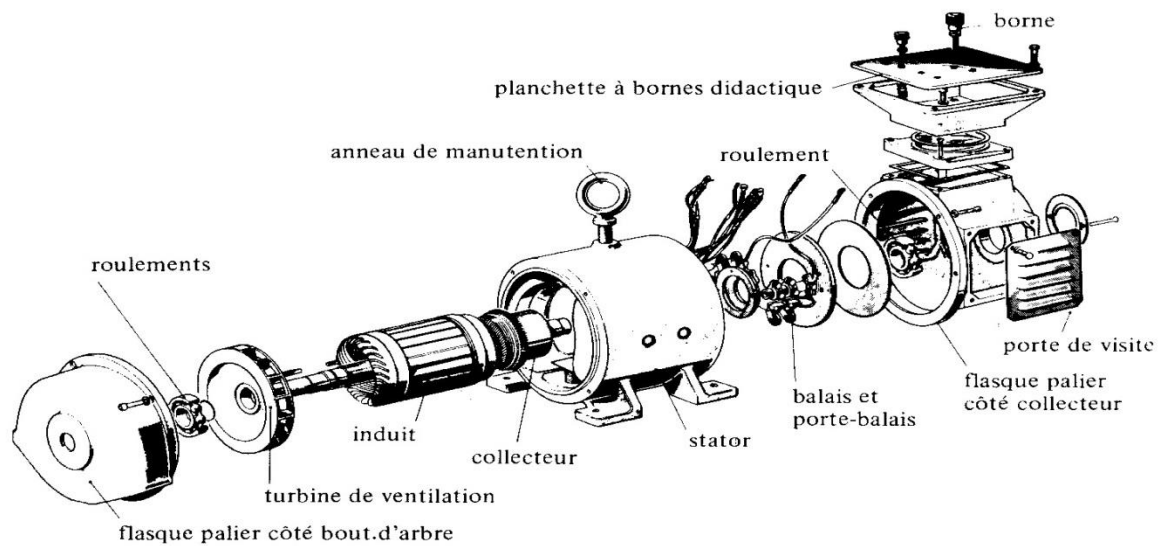


Figure I-6 moteur à courant continu

- **Moteur à induction**

Pour que la pompe fonctionne, elle nécessite un moteur qui la fait tourner à une vitesse spécifique. Dans le domaine industriel, la plupart des pompes sont entraînées par des moteurs électriques triphasés, et les moteurs à induction sont les plus couramment utilisés en raison de leur robustesse, de leur disponibilité, de leur efficacité, de leur faible coût et de leur faible besoin d'entretien [6]

La conception d'un moteur à induction est relativement simple et se compose de deux parties principales : un stator fixe et un rotor tournant. Il existe deux principales classes de moteurs à induction, qui se distinguent par la façon dont leurs rotors sont bobinés : le moteur à induction à rotor bobiné et le moteur à induction à cage d'écureuil.

Le moteur à induction à rotor bobiné est constitué d'un rotor avec des enroulements reliés à des bagues collectrices. Ces enroulements permettent un contrôle plus précis de la vitesse et du couple du moteur, mais ils sont plus complexes et plus coûteux à fabriquer.

Le moteur à induction à cage d'écureuil est le plus largement utilisé. Son rotor est composé de barres courtes et solides en cuivre ou en aluminium, reliées entre elles par des anneaux conducteurs. Cette conception simplifiée rend le moteur à induction à cage

d'écureuil plus fiable, moins coûteux et plus adapté à de nombreuses applications de pompage.

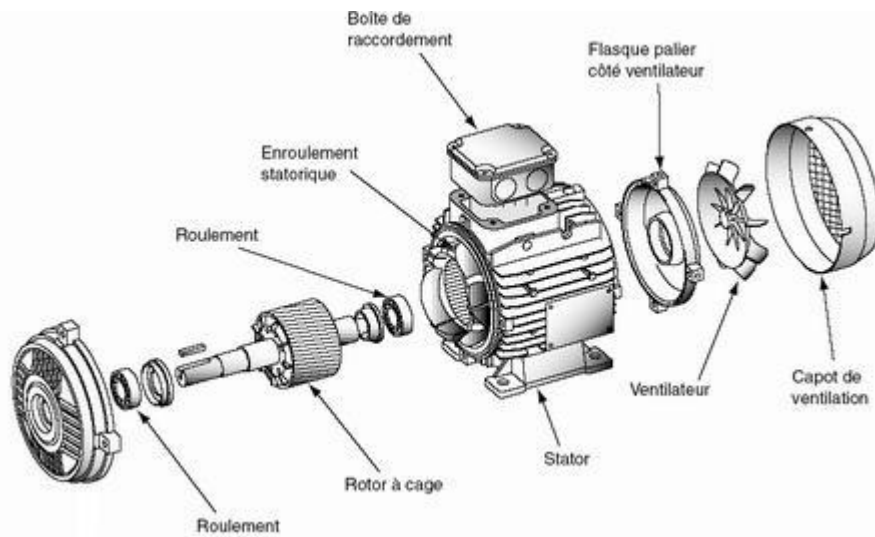


Figure I-7 moteur asynchrone

b. Les pompes centrifuges

Transmettent 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 est poussée vers l'extérieur et vers le haut grâce à la force centrifuge des aubages. Elles utilisent les variations de vitesse du fluide pompé combinée avec l'effet de la force centrifuge pour obtenir un accroissement de pression. Le grand débit est proportionnel à la vitesse une fois qu'elle atteint une certaine valeur, la puissance absorbée est proportionnelle au cube de la vitesse, le couple dépend du carré de la vitesse, la pression est proportionnelle à la vitesse, et le couple de démarrage est quasiment nul, ce qui est avantageux dans l'application des systèmes photovoltaïques car la pompe peut fonctionner avec une faible intensité lumineuse et le moteur peut atteindre une vitesse de rotation rapide, relativement constante.

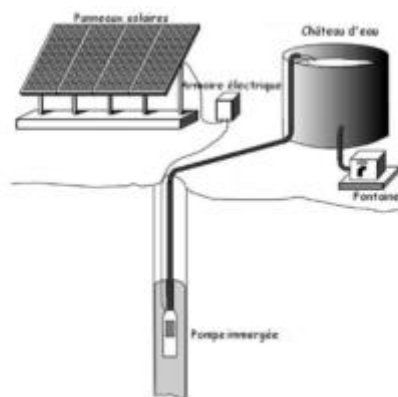


Figure I-8 schéma de pompage solaire par une pompe centrifuge

c. Les pompes volumétriques

Les pompes transmettent l'énergie cinétique du moteur au fluide en effectuant un mouvement de va-et-vient. Ce mouvement permet au fluide de surmonter la gravité en effectuant des variations successives de volume, qui sont alternativement connectées à l'orifice d'aspiration et à l'orifice de refoulement. Ces pompes fonctionnent en aspirant le fluide en augmentant son volume, puis en le refoulant en réduisant ce même volume.

Le faible débit et la grande hauteur manométrique totale sont caractéristiques de la pompe volumétrique, où le débit et la puissance absorbée sont proportionnels à la vitesse, le couple dépend de la hauteur manométrique totale, et le couple de démarrage est de 3 à 5 fois supérieur au couple nominal.

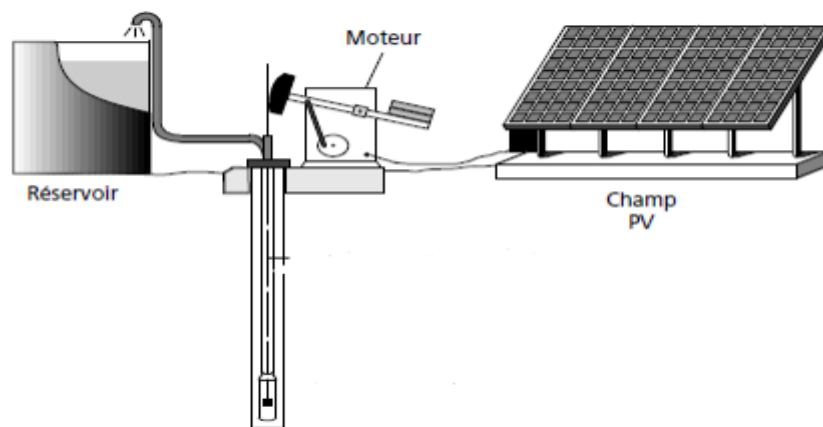


Figure I-9 schéma de pompage solaire par une pompe volumétrique

I.3.3.3 L'électronique de commande et de contrôle

- a. **Hacheur** : qui joue le rôle d'interface entre le générateur photovoltaïque et la charge, permettant de transférer le maximum de puissance disponible du générateur vers la charge. L'objectif est d'optimiser le transfert d'énergie en se rapprochant au maximum de la puissance maximale disponible.
- b. **Onduleur** : est utilisé pour transférer efficacement la puissance du générateur solaire vers le groupe motopompe tout en protégeant la pompe contre le fonctionnement à vide en l'absence d'eau dans le puits. L'onduleur a généralement un rendement élevé, atteignant environ 95% à son point de fonctionnement nominal. Les principales caractéristiques de

fonctionnement comprennent les tensions et courants d'entrée/sortie, la forme de l'onde, les limites de tension d'entrée, la faible consommation d'énergie et le rendement élevé, la puissance de sortie, la capacité de surcharge, la facilité de réparation et de maintenance.[7]

I.3.3.4 Le stockage

Le stockage de l'énergie peut être réalisé de deux manières : soit par le stockage de l'énergie électrique, soit par le stockage de l'eau. La méthode de stockage d'eau est souvent préférée, car il est plus pratique de stocker l'eau dans des réservoirs que de stocker l'énergie électrique dans des batteries lourdes, coûteuses et fragiles. De plus, l'utilisation d'un système de stockage avec des batteries engendre des coûts supplémentaires, des problèmes de maintenance de la batterie et nécessite un remplacement après 3 à 5 ans d'utilisation. En outre, le rendement énergétique est meilleur lorsqu'il n'y a pas de batteries.

Le stockage d'eau dans des réservoirs présente plusieurs avantages. Tout d'abord, le réservoir peut souvent être construit localement, ce qui facilite son installation et réduit les coûts. De plus, la capacité de stockage peut varier en fonction des besoins, allant d'une à plusieurs journées d'approvisionnement en eau. Le réservoir d'eau ne nécessite pas un entretien complexe et peut être réparé facilement au niveau local en cas de besoin.

I.3.4 Utilisations du système de pompage solaire :

I.3.4.1 Approvisionnement en eau potable :

L'approvisionnement en eau potable par système de pompage solaire présente de nombreux avantages, notamment l'autonomie énergétique, la durabilité, la réduction des coûts d'énergie à long terme, l'absence d'émissions polluantes et la possibilité d'accéder à l'eau potable dans des zones éloignées ou difficiles d'accès. De plus, le système de pompage solaire est généralement facile à installer, à entretenir et à réparer, ce qui le rend adapté aux environnements éloignés ou ruraux.

I.3.4.2 L'irrigation :

a. L'irrigation de surface

Implique d'amener l'eau au point le plus élevé du terrain et de la laisser s'écouler naturellement par gravité. Ensuite, l'eau est distribuée dans le champ, soit en submergeant les

bassins, en utilisant des sillons creusés dans le sol ou en laissant l'eau s'écouler sur une surface plane spécialement aménagée pour l'irrigation.



Figure I-10 irrigation de surface

b. Irrigation par aspersion :

Une irrigation par aspersion consiste en un système d'irrigation dans lequel l'eau est distribuée sous forme de pluie, simulant une précipitation, éventuellement de bruine. L'aspersion est une forme de pulvérisation. L'irrigation par aspersion applique de l'eau comme la pluie sur la zone désignée. L'eau coulera à travers un tuyau ou un tuyau à partir de la source d'eau. La plupart utilisent un robinet, mais si vous avez une source d'eau plus grande, il peut être nécessaire d'utiliser une pompe pour acheminer l'eau vers le tuyau ou le tuyau et à travers celui-ci. Une fois que l'eau dans le tuyau atteint l'arroseur, l'écoulement de l'eau sera interrompu par l'action mécanique de l'arroseur.



Figure I-11 Irrigation par aspersion

c. L'irrigation par goutte à goutte

Également connue sous le nom de micro-irrigation, implique l'utilisation d'un système de canalisations en PVC pour fournir de l'eau sous pression. Cette eau est distribuée en gouttelettes dans le champ par de nombreux goutteurs répartis le long des rangées de plantations. Cette méthode permet d'humidifier uniquement la zone du sol située à proximité immédiate des racines des plantes.

L'installation est composée d'une source d'eau, d'une station de pompage, d'une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs

- **L'unité de pompage** est chargée de prélever l'eau de la source et de la refouler à la pression souhaitée dans le réseau de distribution pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs.
- **L'unité de tête ou de contrôle en tête** est composée d'une série de vannes permettant de réguler le débit et la pression dans le réseau. Elle peut également être équipée d'un filtre pour garantir la clarté de l'eau
- **Les conduites principales, les conduites secondaires et les rampes** sont utilisées pour transporter l'eau depuis l'unité de tête jusqu'aux champs d'irrigation. Ces conduites sont généralement en PVC ou en polyéthylène et doivent être enterrées pour éviter leur détérioration due à l'exposition au rayonnement solaire. Les rampes, quant à elles, sont des tuyaux d'un diamètre compris entre 12 et 32 mm.
- **Les goutteurs ou distributeurs** sont des dispositifs conçus pour délivrer le débit d'eau souhaité à la plante. Ces dernières années, plusieurs types de goutteurs ont été développés et commercialisés.



Figure I-12 irrigation gouttes à gouttes

I.3.4.3 Systèmes d'assainissement :

Les systèmes d'assainissement par pompage solaire utilisent l'énergie solaire pour alimenter les dispositifs de pompage nécessaires au traitement des eaux usées. Ils offrent une solution durable et écologique pour le traitement des eaux usées dans les zones éloignées ou dépourvues d'accès à l'électricité conventionnelle. Ils permettent de réduire la dépendance aux combustibles fossiles et contribuent à la préservation de l'environnement en utilisant une source d'énergie renouvelable.

Ces systèmes comprennent généralement les éléments suivants :

- 1. Collecte des eaux usées :** Les eaux usées sont collectées à partir des installations sanitaires
- 2. Réservoir de stockage :** Les eaux usées sont stockées dans un réservoir prévu à cet effet. Ce réservoir peut être enterré ou situé à la surface, en fonction des besoins et des contraintes du site.
- 3. Pompe solaire :** Une pompe solaire est utilisée pour transférer les eaux usées du réservoir de stockage vers le système de traitement. Cette pompe est alimentée par des panneaux solaires qui convertissent l'énergie solaire en électricité.
- 4. Système de traitement :** Les eaux usées sont acheminées vers un système de traitement, tel qu'une station d'épuration solaire ou un système de filtration biologique. Pour éliminer les contaminants et les polluants présents dans les eaux usées, rendant l'eau traitée propre à être rejetée dans l'environnement ou réutilisée à des fins non potables.

5. Contrôle et surveillance : Un système de contrôle et de surveillance est généralement intégré pour surveiller le fonctionnement du système, réguler la pompe solaire en fonction des besoins et assurer un fonctionnement efficace du système d'assainissement.

I.4 Conclusion

En conclusion, on a abordé deux aspects essentiels : les ressources en eau en Algérie et le pompage solaire utilisant des panneaux photovoltaïques.

On a d'abord examiné les ressources en eau en Algérie, mettant en évidence l'importance de l'eau dans ce pays et les défis liés à sa disponibilité et à sa gestion efficace.

Ensuite, on s'est concentré sur le pompage solaire comme solution durable pour l'approvisionnement en eau, en particulier dans le contexte de l'irrigation. On a souligné les avantages du pompage solaire, tels que son caractère respectueux de l'environnement, son autonomie énergétique et sa capacité à utiliser une ressource inépuisable, à savoir l'énergie solaire.

Enfin, on a discuté des composants essentiels d'un système de pompage photovoltaïque, notamment l'unité de pompage, l'unité de contrôle, les conduites principales et les goutteurs.

En conclusion, le pompage solaire offre une solution prometteuse pour l'irrigation et d'autres applications nécessitant un approvisionnement en eau fiable et durable. Son utilisation permet de maximiser l'utilisation des ressources en eau, de réduire les coûts énergétiques et d'avoir un impact environnemental positif. Cependant, il est important de prendre en compte les aspects techniques, économiques et environnementaux lors de la mise en place de systèmes de pompage solaire afin d'assurer leur efficacité et leur durabilité à long terme.

Bibliographie

- [1] « Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie », *studylibfr.com*. <https://studylibfr.com/doc/724394/problématique-du-secteur-de-l-eau-et-impacts-liés-au-clim...> (consulté le 17 juin 2023).
- [2] H. Ammar, M. T. Bouziane, et Y. Bakelli, « L'influence de la variation de débit sur les performances d'une pompe solaire », 2012.
- [3] « BENTRIA-Mohamed-Rafik.pdf ». Consulté le: 17 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/14784/1/BENTRIA-Mohamed-Rafik.pdf>
- [4] « Sayah_Ikram.pdf ». Consulté le: 17 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/18256/1/Sayah_Ikram.pdf
- [5] IFFOUZAR Koussaila, « Polycopie de Cours EN VUE DE L'OBTENTION DE L'HABILITATION UNIVERSITAIRE ». 2020 2019.
- [6] C. M. F. S. Reza, Md. D. Islam, et S. Mekhilef, « A review of reliable and energy efficient direct torque controlled induction motor drives », *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 37, p. 919-932, sept. 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.05.067.
- [7] « BEN KHELIFA-DEROUCHE.pdf ». Consulté le: 17 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/16807/3/BEN%20KHELIFA-DEROUCHE.pdf>