

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université KASDI Merbah d'Ouargla

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



Mémoire

Présente pour l'obtention du Diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Filière: Génie Mécanique

Spécialité: Energétique

Thème :

Contribution à l'optimisation du dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque dans la région d'Ouargla

Présenté et soutenu publiquement par :

BOUTERA M^{ed} El-Habib et KORICHI Abdelhak

Soutenu Publiquement Le :13/06/2018

Devant Le Jury:

BOUBEKRI Abdelghani	Professeur	UKMO	Président
DRID M^{ed} Mabrouk	M.A.A	UKMO	Examineur
BELEHYA Hocine	M.A.A	UKMO	Encadreur

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

*Avant tout, je remercie **ALLAH**, le tout puissant, de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail*

*Le présent travail a été effectué dans le cadre du mémoire de Master académique en énergétique au département de génie mécanique et a été gentiment accueilli dans le laboratoire de développement des énergies nouvelles et renouvelables en zones arides (**LENREZA**) à l'université de **KASDI MERBAH** Ouargla (Algérie).*

*Nous tenons tout d'abord à remercier très vivement monsieur l'encadreur **BELEHYA Hocine** qui a eu l'aimable volonté de diriger ce travail.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à **Mr. BENFARDIA Abdelkader** pour son accompagnement constant et son standing tout au long des heures de travail.*

*Nous remercions également messieurs, **BOUBEKRI Abdelghani** et **DRID M^{ed} Mabrouk** pour avoir gentiment accepté de juger ce travail de ce mémoire.*

*Nous remercions vivement **Madame ; BECHOUNI Yamina**, Inspectrice principale, car elle nous a aidés avec ses conseils précieux. Nous la remercions de nous accompagner tout au long de la rédaction de cette mémoire.*

*Et merci au **Mr. Hemidato. Noureddine** Directeur des Ressources en Eau de wilaya d'Ouargla et la société Oued Rhigh de forage*

*Et **Mr. BOUABDELLAH Noureddine** pour tous ses efforts*

*Nos remerciements sont aussi particulièrement adressés à messieurs **Mohammed KOUIDRI, Ibrahim KORICHI, Khiredin KORICHI, Salah KORICHI** et **Yahia KORICHI** pour leurs conseils.*

Enfin, il serait difficile d'omettre de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail, qu'ils trouvent dans ses quelques lignes l'expression de nos sincères remerciements.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail.

A ma belle femme.

Ames trois jeunes filles

Zineb, Meriem et Narjessa

A ma mère avec toute mon affection.

A mon cher père, que Dieu ait pitié de lui.

A tout ma famille.

Ames collègues de travail.

A tous mes amis chaqu'un à son nom.

Boutera M^{ed} EL-Habib.

Dédicace

Je dédie ce travail à mon grand-père

Et ma grand-mère

Je dédie ce travail à ma mère

*Et mon père, qui ont eu beaucoup de mérite tout au long
de ma carrière*

Et aussi à mes frères Abdelhakim et Salah

Je dédie ce travail à mes amis

Et à tous les membres de club mécanique Ouargla

C-M-U-K-O

Et tous les membres de la famille

KORICHI

Korichi Abdelhak

الملخص

يعد القطاع الفلاحي قطاع استراتيجي للجزائر نظرا لعدة اعتبارات حيث يعول عليه كثيرا في تنويع مصادر الدخل خارج قطاع المحروقات، ويعد مشكل التزويد بالكهرباء في اغلب المحيطات الفلاحية اكبر مشاكل هذا القطاع، و السبب الرئيسي يعود لارتفاع تكاليف ربط المحيطات بالشبكة الكهربائية من قبل الجهات المسؤولة عن ذلك مقارنة بالاستهلاك أدى هذا بمعظم الفلاحين لاستخدام المولدات كحل حتمي لتغطية مستلزماتهم لعملية الضخ و السقي متكبدين في ذلك خسائر مالية معتبرة خصوصا تكاليف الوقود و الصيانة.

تتمتع الجزائر عموما و جنوبها خصوصا بطاقة شمسية على اغلب فترات السنة. وجاء البرنامج الوطني للطاقات المتجددة ليجسد رغبة الدولة في الانتقال الطاقوي و التقليل من استهلاك الطاقات الاحفورية.

يأتي هذا البحث لتقييم مدى قدرة الطاقة الكهروضوئي علي إحتواء مشكل الكهرباء في المحيطات الفلاحية لولاية ورقلة و مساهمته في التنمية الاقتصادية و المحلية .

من أجل ذلك قمنا بدراسة ميدانية بأحد المزارع بولاية ورقلة مزودة بنظام الضخ الكهروضوئي للوقوف على مدى مساهمة نظام الضخ خلال عدة اشهر من السنة : ديسمبر، جانفي، فيفري، مارس، افريل و ماي، بالموازات مع ذلك قمنا بتوصيل نفس المضخة بمولد، وتم إحصاء تكاليف الوقود التي كانت مرتفعة عكس الضخ الكهروضوئي الذي تنعدم فيه تكاليف الاستغلال لكنه يبقى بالمقابل غير قادر على توفير الماء اللازم خلال بعض أشهر السنة لعدة عوامل، وكانت نتائج هذه الدراسة مساهمة نظام الضخ الكهروضوئي تقدر بـ 64% من الاحتياجات. ليبقى أحسن الحلول هو المزج بين المولد و الطاقة الكهروضوئية لتغطية الحاجيات و محاولة مّا لزيادة أداء النظام، قمنا بعدة تجارب ميدانية وتوصلنا إلى مقترح لذلك والمتمثل في إستغلال ضياع التدفق بسبب إرتفاع الخزان لزيادة حجم الماء وذلك بالاعتماد على خزان أرضي حيث نتوقع أن نسبة مساهمة هذا النظام المقترح تصل إلى 90% من الاحتياجات .

وتم أيضا من خلال هذا البحث تقييم إقتصادي شامل للنظام مفاده أن إستغلال هذه الطاقة المتجددة في عملية الضخ تمتص تكاليف باهضة للوقود مايعود بالنفع على الفلاح بصفة خاصة و الاقتصاد الوطني بصفة عامة لذلك يستوجب على أصحاب القرار دعمه.

الكلمات المفتاحية:

نظام الضخ الكهروضوئي، الطاقة الكهروضوئية، طاقة شمسية، تقييم اقتصادي، القطاع الفلاحي.

Résumé :

Le secteur agricole est un secteur stratégique pour l'Algérie en raison de plusieurs considérations, il dépend fortement considéré comme source de la diversification de revenus en dehors du secteur des hydrocarbures.

Le problème de l'approvisionnement en électricité dans la plupart des périmètres agricoles est le plus gros problème dans ce secteur. Cela revient à la facture plus élevée de l'alimentation de ces périmètres par ce réseau électrique de la part des parties responsables comparé avec la consommation, chose qu'a conduit à l'utilisation des groupes électrogènes par la plupart des agriculteurs comme solution inévitable pour couvrir les besoins en termes de pompage et d'irrigation, provoquant ainsi des dépenses considérables en carburants et en maintenance.

L'Algérie en générale et le sud algérien particulièrement, possède un potentiel considérable en énergie solaire dans une grande période de l'année.

Le programme national des énergies renouvelables vient pour concrétiser la volonté de l'état pour la transmission énergétique et minimiser les dépenses des énergies fossiles. Notre travail vise à évoluer le pouvoir de l'énergie photovoltaïque pour résoudre le problème de l'électricité dans les périmètres agricoles de la wilaya d'Ouargla, et contribuer dans le développement de l'économie locale.

Pour ce, nous avons effectué une étude pratique dans une des exploitations agricoles de la wilaya d'Ouargla, dotée d'un système de pompage photovoltaïque, pour voir de pré la contribution de ce système pendant plusieurs mois (Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril et Mai).

En parallèle, nous avons placé la même pompe avec un groupe électrogène, où nous avons calculé le coût du carburant utilisé qu'a été très élevé contrairement au système photovoltaïque, mais ce système reste incomplet pour couvrir les besoins en eau pendant quelques mois de l'année pour plusieurs facteurs.

Les résultats obtenus montrent que la contribution de ce système photovoltaïque, était de 64 % des besoins, pour aboutir à la meilleure solution qu'est l'hybridation entre ces deux systèmes.

Et en vue d'améliorer les performances de ce système, nous avons effectué plusieurs expériences dans le terrain, et nous avons aboutis à une proposition qui consiste à exploiter les pertes en débit causés par la hauteur du réservoir pour augmenter le volume d'eau en se basant sur la géo-membrane, chose que nous permet de prévoir la contribution de ce système que peut être estimé à 90 % des besoins.

En outre et à travers cette étude, nous avons effectué une évaluation économique globale de ce système permettant d'admettre que l'exploitation de cette énergie renouvelable dans le pompage peut économiser les coûts élevés du carburant, chose qui revient bénéfique pour l'agriculteur en particulier, et à l'économie nationale d'une manière générale devinent ainsi une nécessité à la subvention de l'Etat.

Mots clés:

Système Pompage Photovoltaïque, énergie photovoltaïque, énergie solaire, évaluation économique, secteur agricole

Liste des figures

Figure (I.1)	Objectifs du programme algérien des Energies Renouvelables 22 GW à l'horizon 2030.....	13
Figure (I.2)	Périmètres agricoles distribués sous privilège agricole d'Ouargla (2007 – 2017).....	14
Figure (I.3)	La couverture du réseau électrique des périmètres agricoles jusqu'à 2017 à Ouargla.....	14
Figure (II.1)	Système de pompage solaire.....	18
Figure (II.2)	Constitution d'un module photovoltaïque.....	19
Figure (II.3)	Présentation schématique d'une cellule solaire.....	20
Figure (II.4)	L'énergie acquise annuellement par quatre inclinaisons en kWh/m ² /an..	22
Figure (II.5)	L'énergie de rayonnement annuellement et journalière acquise à Ouargla.....	23
Figure (II.6)	Schéma de la pompe centrifuge immergée.....	24
Figure (II.7)	Classification des pompes.....	24
Figure (II.8)	Schéma de fonctionnement d'une pompe mono étage centrifuge.....	26
Figure (II.9)	Motopompe centrifuge immergée.....	27
Figure (II.10)	La boîte de commande électrique.....	28
Figure (II.11)	Schéma présent le stockage hydraulique.....	29
Figure (II.12)	Le différent niveau de la nappe baisse.....	32
Figure (II.13)	Schéma présente Notion hydraulique de base.....	32
Figure (II.14)	Schéma Expliquer comment calculer HMT.....	33
Figure (II.15)	Schéma présenter différent d'énergie de système.....	33
Figure (II.16)	Les types de flux de trésorerie.....	37
Figure (III.1)	Situation géographique de wilaya d'Ouargla.....	42
Figure (III.2)	La ferme étudiée de la zone agricole de M'hiriza.....	43
Figure (III.3)	Réservoir de la ferme.....	44
Figure (III.4)	Caractéristique technique de la pompe.....	44
Figure (III.5)	Onduleur DC/AC.....	45
Figure (III.6)	Générateur photovoltaïque de la ferme.....	46
Figure (III.7)	Démontions de module photovoltaïque IFRI250-60.....	46
Figure (III.8)	Mesure de débit.....	48
Figure (III.9)	La description de l'installation de mesure expérimentale d'un système pompage photovoltaïque.....	51
Figure (III.10)	Le groupe électrogène.....	52
Figure (III.11)	La description de l'installation de mesure expérimentale de groupe électrogène.....	53
Figure (III.12)	Rendement quotidien journée type mois de décembre.....	54
Figure (III.13)	Rendement quotidien journée type mois de janvier.....	54
Figure (III.14)	Rendement quotidien journée type mois de février.....	55
Figure (III.15)	Rendement quotidien journée type mois de mars.....	55
Figure (III.16)	Rendement quotidien journée type mois d'avril.....	56
Figure (III.17)	Rendement quotidien journée type mois de mai.....	56

Figure (III.18)	Rendement moyen quotidien par mois.....	57
Figure (III.19)	Rendement moyen quotidien par mois.....	57
Figure (III.20)	Rendement moyen quotidien par mois.....	58
Figure (III.21)	Rendement moyen quotidien par mois.....	59
Figure (III.22)	Système hybride (groupe électrogène et énergie photovoltaïques).....	64
Figure (III.23)	Durée de récupération de Système hybride.....	66
Figure (III.24)	Description de l'expérience.....	67
Figure (III.25)	La description de nouvelle installation.....	68
Figure (III.26)	L'eau collectée par système hybride améliorée.....	69
Figure (III.27)	Motopompe de surface.....	70
Figure (III.28)	Durée de récupération de Système hybride améliorée.....	72
Figure (III.29)	Quantité du carburant consommée.....	73
Figure (III.30)	La technologie SmartStart système asservie.....	74

Liste des tableaux

Tableau (I.1)	Programme de développement des énergies renouvelables en Algérie.....	13
Tableau (II.1)	Les différents types des cellules avec leur rendement.....	21
Tableau (II.2)	Résume les avantages et les inconvénients des moteurs mentionner ci-dessus.....	25
Tableau (II.3)	Comparaison entre trois modes d'irrigation.....	30
Tableau (II.4)	Les besoins journaliers moyens mensuels en eau des palmiers / hectare.....	31
Tableau (III.1)	Grandeurs météorologiques de la ferme.....	43
Tableau (III.2)	Caractéristiques électriques d'une gamme de pompe Shakti.....	45
Tableau (III.3)	Caractéristiques électriques de l'onduleur.....	45
Tableau (III.4)	Caractéristiques électriques du module photovoltaïque IFRI250-60....	47
Tableau (III.5)	Caractère technique de groupe électrogène.....	52
Tableau (III.6)	Résultats d'un système de pompage photovoltaïque étudié.....	58
Tableau (III.7)	Résultats d'un système de pompage par groupe électrogène étudié....	59
Tableau (III.8)	Représenté le cout et la durée de vie de chaque composant.....	60
Tableau (III.9)	Bilan technique de pompage par groupe électrogène installé.....	61
Tableau (III.10)	Bilan économique de pompage par groupe électrogène installé.....	61
Tableau (III.11)	Présente flux de trésorerie de pompage par groupe électrogène.....	62
Tableau (III.12)	Bilan technique de système pompage photovoltaïque.....	62
Tableau (III.13)	Présente flux de trésorerie de système pompage photovoltaïque.....	62
Tableau (III.14)	Le cout total de l'investissement total de système pompage photovoltaïque.....	64
Tableau (III.15)	Le tableau suivant présent la durée de vie pour chaque élément du système de pompage PV.....	64
Tableau (III.16)	Le bilan technique et économique pour le système hybride.....	65
Tableau (III.17)	Résultat du système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.....	68
Tableau (III.18)	Le bilan technique et économique pour le système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.....	71

SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
-----------------------------------	-----------

CHAPITRE I : L'état d'art

I -1	Introduction.....	04
I-2	Contribution à l'optimisation des systèmes photovoltaïques utilisés pour l'irrigation dans les zones sahariennes - Application zone d'Ouargla.....	04
I-3	Etude technico-économique d'un système de pompage Photovoltaïque dans un village solaire.....	06
I-4	Etude et optimisation en environnement Matlab/Simulink d'un système de pompage photovoltaïque.....	07
I-5	Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque sur le site d'Ouargla.....	08
I-6	Dimensionnement d'un Système de Pompage Photovoltaïque.....	10
I-7	L'étude technique de système de pompage photovoltaïque dans la cuvette d'Ouargla.....	10
I-8	Situation énergies renouvelables en Algérie.....	11
I-9	Consistance du programme de développement des énergies renouvelables..	13
I-10	Distribution des terres arables pour la culture et la couverture du réseau électrique à Ouargla.....	14
I-11	Conclusion.....	15

CHAPITRE II : Etude technicoéconomique du projet de pompage photovoltaïque

II-1	Introduction.....	17
II-2	Principe de fonctionnement.....	17
II-3	Les composants d'un système de pompage photovoltaïque.....	18
II-3-1	Le générateur photovoltaïque.....	18
II-3-2	Le groupe moteur pompe.....	23
II-3-3	Boîte de commande électrique et de contrôle.....	27
II-3-4	La partie stockage.....	28
II-4	Dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque.....	29
II-4-1	Evaluation des besoins en eau.....	30
II-4-2	Calcul de l'énergie hydraulique.....	31
II-4-3	Détermination le choix de composant d'un système pompage photovoltaïque.....	35
II-5	L'étude économique de projet de pompage photovoltaïque.....	36
II-6	Conclusion.....	39

CHAPITRE III : Application d'un système de pompage PV sur le site d'Ouargla
--

III-1	Introduction.....	41
III- 2	Présentation de site.....	42
III -3	Grandeurs météorologiques de la ferme.....	43
III -4	Caractère technique de la station de pompage photovoltaïque.....	43
III -4-1	Hauteur manométrique total.....	43
III -4-2	La capacité du réservoir.....	43
III -4-3	La pompe installée.....	44
III -4-4	Onduleur DC/AC.....	45
III -4-5	Taille du générateur PV.....	46
III -5	Collecte de données et l'étude de cas.....	47
III -5-1	Méthode de mesure sur système pompage photovoltaïque de La ferme	47

	étudiée.....	
III -5-2	Les appareils de mesures utilisés.....	48
III-5-3	La description de l'installation de mesure expérimentale d'un système pompage photovoltaïque.....	51
III -5-4	L'expérience de groupe électrogène qui installée.....	52
III -5-5	La description de l'installation de mesure expérimentale de groupe électrogène.....	53
III -6	Résultats expérimentaux.....	54
III -6-1	Résultats expérimentaux d'un système pompage photovoltaïque.....	54
III -6-2	Résultats expérimental de groupe électrogène de cette ferme.....	59
III -7	Méthode de calcul.....	59
III-7-1	Calcul du cout total l'investissement total de pompage par le groupe électrogène.....	59
III -7-2	Calcul du cout de la maintenance annuel.....	60
III -7-3	Calcul du cout d'exploitation.....	60
III-7-4	Calcul du cout total de l'investissement total de système de pompage photovoltaïque.....	60
III -7-6	Calcul la durée de récupération.....	61
III -8	Bilans annuels.....	61
III -8-1	Groupe électrogène.....	61
III -8-2	Système photovoltaïque.....	62
III -9	Évaluation de la performance du système.....	63
III -10	Etude de la faisabilité économique du système de pompage hybride (1 ^{ier} solution).....	63
III -10-1	Le bilan technique et économique pour premier projet d'un système hybride	65
III -11	L'optimisation de système de pompage photovoltaïque.....	67
III-12	Etude de la faisabilité économique du système de pompage hybride avec l'augmentation du stockage d'eau (2 ^{ème} solution).....	67
III -12-1	Résultats expérimentaux.....	68
III -12-2	Évaluation de la performance du système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.....	69
III -12-3	Le bilan technique et économique pour le système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.....	70
III-12-4	La faisabilité d'un système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.....	73
III -13	Quantité du carburant consommée par les trois systèmes étudiés.....	73
III -14	La technologie SmartStart système asservie.....	74
III -15	Conclusion.....	75
	Conclusion générale.....	77
	Références bibliographiques.....	80
	Annexe	

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture est l'un des secteurs les plus stratégiques et vitaux de la richesse, ce qui garantit notre sécurité alimentaire. L'Algérie a une superficie de plus de 2381741 km², où plus de 80% de la superficie totale de l'Algérie est un désert. L'espace wilaya d'Ouargla est la quatrième plus grande zone au niveau du pays et la superficie est estimée à environ 9% de la superficie totale de l'Algérie, soit environ 21,1980 km² et ça abonde wilaya d'Ouargla se situe dans le sud de l'Algérie grandes possibilités naturelles l'eau souterraine et sol approprié pour la culture cela lui permet d'être un pôle agricole distingué.

Selon les statistiques obtenues auprès de la direction des services agricoles de wilaya d'Ouargla le nombre des périmètres agricoles distribués entre 2007 et 2017 s'élevait à 329 périmètres agricoles d'une superficie totale de 1009090,97 hectares, mais la distance des zones vitales dans de wilaya d'Ouargla a empêché la couverture de tous les périmètres au réseau électrique. Le taux de couverture du réseau électrique est d'environ 8% compte tenu du coût élevé de la connexion du réseau à ces zones par rapport à leurs consommation potentielle d'électricité (un seul distributeur du pays c'est la société Sonlegaz) cela rend généralement difficile à couvrir tous les périmètres agricoles au réseau électrique.[1]

Cette situation à forcer les agriculteurs d'utiliser le générateur alternative pour couvrir leurs besoins en électricité et pomper l'eau nécessaire à l'irrigation des cultures cela entraîne des pertes matérielles importantes dans les coûts d'exploitation et de maintenance ainsi que le bruit, la pollution et la coupe dans l'approvisionnement en carburant.

L'Algérie, en général et le Sud en particulier, a un rayonnement solaire pendant toute l'année, environ 3900 heures par an au Sahara, l'énergie acquise quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5 kWh, soit près de 2263 kWh/m²/an au sud du pays. D'où l'importance de l'énergie solaire propre et peu coûteuse pour être les sources d'énergie les plus fiables à l'avenir pour réduire la consommation d'énergie fossile (pétrole gaz naturel) ; et assurer l'avenir pour les futures générations en diversifiant l'économie en dehors des hydrocarbures.

L'état algérien a pris le contrôle depuis 2011 un programme national pour le développement des énergies renouvelables, selon ce programme ; entre 2015 et 2030 produira 22 000 MW d'électricité grâce aux énergies renouvelables, où 40% de l'électricité du réseau deviendra une énergie renouvelable 10 000 MW pour l'exploitation domestique et 12 000 MW pour l'exportation. [2]

Il faut noter que, on n'a pas trouvé la participation du programme précédant dans le secteur agricole ? Si ce dernier bénéficiera de ce programme est que cela va résoudre le

problème d'irrigation dans les sites isolés ? La possibilité de dépendance à l'énergie solaire seulement pour le pompage de l'eau d'irrigation dans des zones isolées du réseau électrique ou bien de supporter le groupe électrogène pour au moins réduire la facture élevée d'exploitation de carburant.

Le pompage à travers l'énergie solaire et son coût initial élevé comme une source d'énergie renouvelable, est-il économiquement faisable dans le cadre de la subvention de l'état par rapport l'énergie classique ?

Cette recherche vient comme une tentative de répondre à ces questions en étudiant ce système sur le terrain et en l'évaluant et en essayant d'améliorer ses performances au niveau technique et économique pour apporter une contribution efficace en fournissant de l'eau pour irriguer ces zones. Où nous avons divisé l'étude en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous passons en revue une série des travaux de recherche sur l'exploitation de l'énergie solaire dans le domaine de pompage photovoltaïque, ainsi qu'un examen de la politique énergétique algérienne représentée dans le programme national pour le développement des énergies renouvelables. Les chiffres indicatifs et le pourcentage de couverture du réseau électrique des périmètres agricoles dans wilaya d'Ouargla a été donnée.

Le deuxième chapitre, a consacré pour présenter les composants les plus importants du système de pompage photovoltaïque, constitué principalement d'un générateur photovoltaïque, commande électrique (l'onduleur), turbopompe et réservoir d'eau où l'eau est collectée pour l'irrigation.

Le troisième chapitre, nous passerons en revue les aspects techniques les plus importants qui sont utilisés dans l'étude de l'achèvement du projet de pompage photovoltaïque ainsi que la révision des méthodes économiques importantes dans l'étude de la rentabilité de la mise en œuvre de ce projet.

Dans le quatrième et dernier chapitre, une étude pilote d'un système photovoltaïque équipé de cette ferme est le développement de panneaux PV en tant que source d'énergie électrique pour fournir de l'électricité à la motopompe pendant les périodes de soleil et évaluer sa performance technique et économique et optimiser sa contribution à l'approvisionnement en eau.

Chapitre I

L'état d'art

I -1-/ Introduction

Le progrès technologique dans le monde entier est principalement lié au développement économique, qui à son tour est réalisé par la diversification et le contrôle des sources d'énergie. L'une des sources d'énergie les plus importantes qui ont un impact significatif sur le développement durable et la création de richesse est l'énergie électrique.

La dépendance à l'énergie traditionnelle dans la production d'électricité, qui à son tour face à l'épuisement ainsi que les problèmes environnementaux résultant de cette énergie et les fluctuations des prix, en particulier au niveau local par la levée progressive de leur soutien.

De nombreux pays s'appuient sur leurs propres politiques énergétiques pour rechercher des ressources nouvelles et renouvelables, notamment l'énergie solaire, éolienne et thermiqueetc. Comme une alternative stratégique à l'énergie traditionnelle, et parce que la source d'énergie dépend principalement de l'étendue du réseau les zones électriques et isolées ont beaucoup de difficulté à fournir, les mettant hors du développement.

Pour mieux comprendre, nous passons en revue une série de travaux de recherche sur l'exploitation de l'énergie solaire dans le domaine de pompage Photovoltaïque, ainsi qu'un examen de la politique énergétique algérienne représentée dans le programme national pour le développement des énergies renouvelables.

I-2/-Contribution à l'optimisation des systèmes photovoltaïques utilisés pour l'irrigation dans les zones sahariennes - Application zone d'Ouargla [3]

Les résultats de cette recherche contribuent à l'amélioration des systèmes photovoltaïques utilisés en irrigation dans les zones désertiques de la région d'Ouargla, dans le sud de l'Algérie.

La puissance *PV* est progressivement devenue une source d'énergie en soi. De plus en plus sont mis dans la production d'énergie électrique. C'est principalement parce que l'énergie solaire photovoltaïque est propre, silencieux, disponible et gratuite. Mais où la demande d'électricité, principalement pour répondre aux besoins des zones rurales et éloignées, augmente, en particulier les besoins de pompage de l'eau. Cependant, il existe encore de nombreux obstacles à son développement. Point «bas» Ce type de production d'énergie électrique est le coût d'investissement initial qui rend cette source chère et peu fiable en énergie.

Les problèmes qui se posent dans la conception d'un système de pompage, le solaire photovoltaïque, sont le coût du mètre cube d'eau requis qui est pompé. Par conséquent, nous devons améliorer la performance du système *PV* pour produire de l'eau à un coût raisonnable.

Dans cette recherche, trois axes ont été améliorés afin de réaliser un système de pompage efficace pour les besoins d'irrigation et extraire l'énergie maximale du générateur.

- Optimiser la capture de la lumière du soleil en optimisant l'angle d'inclinaison des panneaux solaires,
- Utiliser une pompe "contrôlée" par une technique d'irrigation appropriée.

Les résultats obtenus ont montré que le choix optimal de l'angle d'inclinaison pour augmenter la capture de la lumière solaire est important. En fait, la puissance du générateur *PV* est donc la quantité d'eau qui est pompée plus grande en dirigeant les panneaux avec un angle optimal. Les résultats de la simulation ont confirmé que le meilleur angle d'utilisation des panneaux solaires tout au long de l'année est la latitude d'installation des capteurs. D'autre part, l'inclinaison mensuelle optimale est la solution idéale. Encore plus pratique et plus intéressante était l'indication que l'énergie reste la variation maximale de l'inclinaison des panneaux deux fois par an, un angle semestriel parfait a été suggéré. Dans la deuxième contribution, il a pu confirmer les avantages potentiels serait d'ajouter l'unité à commande de phase correspondante contrôle MPPT (Maximum Power Point Tracking) même dans les applications avec des charges DC afin de maximiser la puissance disponible à partir du générateur *PV*.

Dans la conception générale de la conception optimale du système de pompage, afin de simplifier et de réduire les coûts, il est plus utile d'utiliser des réservoirs d'eau en hydraulique plutôt que de stocker l'énergie électrique dans les batteries. Le système obtenu est donc un processus normal, donc l'évidence est très fiable et au moindre coût. Ce système de pompage solaire est conçu pour un approvisionnement en eau appelé "over the sun". Cela signifie que le temps de pompage tout au long de la journée.

Pour une meilleure analyse des contraintes de fonctionnement du système de pompage d'eau, à la fin de ces recherches, une étude comparative a été menée entre les deux systèmes de pompage *PV* pour irriguer un hectare de palmiers situés dans la vallée de l'Ouargla. Le premier système a été amélioré en utilisant nos techniques ci-dessus alors que le second système est un système traditionnel non supporté.

Les résultats ont montré que l'utilisation du système d'irrigation optimal dans la même zone apporte des économies d'énergie moyennes de 30% à 40% de plus.

Une des recommandations de cette recherche recommande fortement le type d'énergie décentralisée, surtout dans le sud de notre pays, car il permet l'accès à l'eau facilement et à peu de frais partout. Une autre coïncidence très importante encourage encore l'utilisation de ce type d'énergie dans le pompage de l'eau à Ouargla, c'est que la demande en eau, surtout en agriculture, culmine à chaud et à sec là où nous pouvons atteindre le maximum d'énergie solaire.

I-3/-Etude technico-économique d'un système de pompage Photovoltaïque dans un village solaire [4]

Cette recherche a conduit à l'étude du champ solaire en modélisant le ciel avec une meilleure connaissance de la carte solaire de l'Algérie, et il a été réalisé que le climat chaud et les hautes températures dans notre pays pourraient devenir des défauts de bonne performance. Générateurs photovoltaïques, a été vérifiée sur la quatrième caractéristique sous l'influence des différentes températures, et l'étude a montré que la meilleure performance est obtenue pendant les jours froids avec un ciel clair.

Meilleurs moments d'instabilité pour une seule journée obligent à inverser la poursuite automatique du soleil (résistances à base d'images, par exemple), pour améliorer le point d'éclairage et de la stabilité du fonctionnement de la puissance maximale.

Pour une utilisation rationnelle, la contribution du système de stockage est plus que nécessaire, le choix devrait être sur les batteries au plomb, en raison de leur fiabilité, leur performance, leur faible coût.

Dans cette étude, une étude comparative a été menée entre la technique d'amélioration des systèmes *PV* dans deux cas de fonctionnement de la machine (continu et en rotation). Dépend des systèmes les plus simples qui se composent d'un couplage direct de l'unité de pompe à moteur avec le générateur photoélectrique, ainsi que d'une optimisation idéale de l'énergie fournie par le générateur.

Après analyse des résultats obtenus, une contribution a été proposée pour améliorer les performances du système tout en conservant un certain degré de simplicité de mise en œuvre pratique.

La connexion directe du générateur à l'unité de pompage a été étudiée en tant que référence primaire, et représente le type de communication le plus simple et, bien sûr, le coût le plus bas. Mais cet appariement n'est acceptable que dans des circonstances très particulières où la charge est adaptée de manière appropriée au générateur et fournit un rendement

acceptable. Ceci est noté dans cette étude pour des idées fortes. D'autre part, indépendamment de cette condition, le rendement est faible et l'énergie solaire est peu utilisée. Il est donc nécessaire de restaurer cette perte d'énergie en faisant du MPPT une solution idéale à ce problème et en fournissant des résultats convaincants.

L'inconvénient de cette technique est la nécessité de résoudre des équations non-linéaires complexes conduisant à l'utilisation d'ordinateurs numériques (microprocesseurs, DSP ...) qui à leur tour complexifient à plusieurs niveaux: implémentation, implémentation, adaptation et maintenance bien sûr.

Les résultats de cette recherche fournissent une technologie pour extraire la puissance maximale du générateur photoélectrique. Et la détection du principe d'organisation de la recherche du point de fonctionnement optimal, lors de changements brusques de conditions climatiques puis testés sur un modèle simplifié. Ce principe est bien adapté à la réalisation pratique du régulateur utilisant des circuits simples et peu coûteux.

Les perspectives de cette recherche ont été que les applications à grande échelle de l'énergie photovoltaïque, c'est-à-dire les centrales solaires, deviendront rentables dans un avenir relativement proche une fois la politique d'investissement et la comptabilité suivies. Les coûts externes rigoureux des diverses technologies énergétiques seront poursuivis. Une analyse économique du système de pompage photovoltaïque a été réalisée en tenant compte du coût relatif des composants du système et cette étude a finalement estimé le coût de chaque mètre cube d'eau pompée par notre installation.

I-4/-Etude et optimisation en environnement Matlab/Simulink d'un système de pompage photovoltaïque [5]

L'utilisation de l'énergie solaire dans des sites isolés pour différentes applications telles que le pompage de l'eau est d'une grande importance. Cependant, les générateurs photovoltaïques présentent deux inconvénients principaux, à savoir une faible efficacité et un fort débit, et ceci s'applique à la propriété de la couverture sous l'influence de différentes températures.

L'étude des générateurs photovoltaïques a permis de connaître le comportement de ces derniers en fonction de l'éclairage, de la température et de ses effets sur les propriétés électriques, et donc de leur efficacité.

Pour surmonter ces contraintes, le problème de l'amélioration a été discuté en présentant une modélisation pour chaque composant constitué de la série de cellules photovoltaïques,

ainsi que la détermination de la taille du générateur. Ce qui a conduit à la préparation des différentes étapes des adaptations, puis a permis de comparer les résultats avec un système en couplage direct du générateur photovoltaïque avec le groupe motopompe.

Cette recherche a conduit à l'étude de divers moteurs électriques, du point de vue des caractéristiques d'excitation et électriques: a montré que le moteur synchrone vitesse et le couple d'aimants permanents présente un bon comportement en fonction de l'énergie fournie par les générateurs photovoltaïques.

L'optimisation du système proposée utilise la méthode MPPT de "perturbation et contrôle". Les résultats montrent que l'utilisation de ce système permet d'améliorer l'efficacité de l'installation de pompage solaire, mais présente un inconvénient majeur lorsqu'une augmentation soudaine de la lumière du soleil est produite et que la résistance de la plaque augmente. Limitant ainsi leur robustesse.

D'autres techniques modernes, non sensibles et puissantes reposent sur l'intelligence artificielle qui permet une amélioration immédiate du système de pompage tel que la logique floue et les réseaux neuronaux.

Enfin, les résultats de la simulation ont montré que le système proposé permet d'améliorer l'efficacité du système de pompage.

I-5/-Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque sur le site d'Ouargla [6]

Cette recherche vise l'étude technique et économique du système de pompage photovoltaïque sur le site d'Ouargla. L'énergie solaire photovoltaïque est propre, silencieuse, disponible et gratuite. Ceci explique pourquoi son utilisation se développe remarquablement dans le monde. D'autre part, la demande d'énergie électrique augmente, en particulier dans les zones rurales et les sites isolés, en particulier les systèmes de pompage de l'eau. Classiquement sur ce type de site, la puissance traditionnelle est utilisée pour chaque groupe générateur. Mais cette énergie a de nombreuses limites, telles que le transport de carburant et l'entretien périodique des moteurs diesel.

En général, le problème qui se pose lors de la conception d'un système de pompage, via le PV solaire, est le coût par mètre cube d'eau pompée. Vous devez comprendre que la production d'eau, mais à un coût raisonnable, trois conditions doivent être soigneusement étudiées:

Tout d'abord, améliorer l'absorption solaire par les panneaux solaires pour restaurer autant d'énergie que possible. Un programme informatique a été développé pour simuler les différentes tendances des panneaux. Les résultats ont confirmé que la meilleure inclinaison des panneaux solaires *PV* pour une utilisation tout au long de l'année est la latitude sur laquelle les capteurs sont installés. Environ 31 degrés pour notre emplacement à Ouargla. L'inclinaison mensuelle optimale est la solution idéale. Encore plus pratique et intéressant, il a montré que l'énergie est toujours primordiale pour changer l'inclinaison des panneaux quatre fois par an seulement, ce qui est suggéré comme un angle saisonnier idéal.

Deuxièmement, l'utilisation maximale d'énergie qui a été capturée afin d'obtenir la puissance maximale disponible dans le générateur *PV*, montré comment nous pouvons améliorer la puissance fournie par le *GPV* à travers l'étape d'adaptation à la fonction de recherche du *MPPT*.

La troisième condition concerne l'optimisation du système de pompage: il est indiqué que pour faciliter et simplifier les coûts, il est intéressant d'utiliser le stockage de l'eau dans les réservoirs hydrauliques au lieu de stocker l'énergie électrique dans les batteries. Ainsi, le système obtenu est naturellement opérationnel et donc fiable et rentable. Cela signifie que le temps de pompage tout au long de la journée. Pour une meilleure analyse des contraintes du système de pompage d'eau, les résultats obtenus sont conçus pour un système de pompage solaire permettant d'irriguer un hectare de palmiers sur la vallée d'Ouargla. L'étude montre que le site d'Ouargla a un climat favorable pour ce type de nouvelle énergie. La vallée de l'Ouargla s'étend sur 163 233 kilomètres carrés avec plus de 5 kWh / m² par jour, ainsi que d'importantes ressources en eau souterraine. Une autre coïncidence très importante encourage encore l'utilisation de ce type d'énergie dans le pompage de l'eau à Ouargla, c'est que la demande en eau, surtout en agriculture, culmine à chaud et à sec là où nous pouvons atteindre le maximum d'énergie solaire.

Une étude économique comparative détaillée entre les techniques de pompage de l'eau, le pompage solaire photovoltaïque et le pompage à l'aide de générateurs, l'importance du calcul du coût de production de kilowattheures par heure. L'exemple de l'application utilisée pour mieux comprendre le coût de chaque technique montre que la technologie de pompage par groupes générateurs apparaît moins coûteuse au début de l'exploitation. L'échelle devient clairement en faveur de la solution de la pompe solaire photovoltaïque après quelques années de fonctionnement (environ 10 ans). Le point "faible" de cette dernière solution reste l'investissement initial, ce qui favorise nettement la solution de pompage par générateur. Cela ne signifie pas que la technique de la pompe du générateur sera toujours la meilleure. En fait,

l'étude et l'analyse ont montré que d'autres facteurs importants devraient être pris en compte dans les investissements potentiels.

L'étude est allée dans un regard tourné vers l'avenir qu'il est maintenant clair qu'il n'est pas toujours facile de choisir laquelle des deux techniques de pompage de l'eau sont les meilleures, l'avenir semble être l'énergie solaire photovoltaïque. En effet, l'augmentation incontrôlée des prix des carburants et l'épuisement inévitable de ce type de ressources traditionnelles conduisent largement à l'utilisation des énergies renouvelables. Par conséquent, le développement de ce type d'énergie décentralisée, en particulier dans le sud de notre pays.

I-6/-Dimensionnement d'un Système de Pompage Photovoltaïque [7]

Dans cette recherche, le système de pompe solaire a été étudié en raison d'un réel problème.

Le problème est le coût de l'énergie exprimé par le coût du kilowattheure, ou le coût des mètres cubes d'eau pompés dans la littérature.

Cette recherche montre que le coût du système d'énergie solaire kWh est proche du coût de kWh fourni par Sonalgaz. Et grâce à un soutien important aux agriculteurs ces dernières années par l'Etat algérien dans un effort de réduction des coûts. Il a été constaté que, compte tenu d'une subvention gouvernementale de 50%, le coût de kWh est considérablement réduit.

Une bonne installation, une bonne direction des modules solaires et un bon dimensionnement permettent d'optimiser la consommation d'énergie. Ainsi, la réduction de l'efficacité du système est réduite en conséquence, le coût de kWh. Il est intéressant aussi de voir les moyens qui permettent d'améliorer la production d'énergie, par exemple, pour entrer dans le suivi du système de point de puissance maximale (MPPT), ainsi que l'intégration du système d'irrigation immédiate ou traditionnel « El- Foggara. » Afin d'obtenir un système d'irrigation fiable à moindre coût.

I-7/-L'étude technique de système de pompage photovoltaïque dans la cuvette d'Ouargla [8]

Dans cette recherche, une technique a été étudiée pour le système de pompage photovoltaïque dans le bassin d'Ouargla. Pour voir l'importance de l'énergie solaire

photovoltaïque dans l'agriculture comme une alternative à l'énergie traditionnelle, ainsi que la dimension environnementale et économique de ce système.

Cette recherche a utilisé un programme numérique spécialisé pour simuler le système de pompe photoélectrique en utilisant des pompes LORENTZ dans trois puits de trois zones agricoles différentes Elramtha, Hbel drina et EL Wiffak dans le bassin de Ouargla.

Utilisez <Compass> comme outil de simulation numérique pour effectuer les performances quotidiennes et mensuelles de la pompe LORENTZ. Prenez de cette étude:

- HMT et la consommation d'eau par jour est variable.
- Les Pertes diverses Calculez les matériaux de tuyauterie et les éléments que vous ajoutez. Dans ce cas, la perte de charge constante est supposée ($P_c = 10\%$).

Enfin, malgré le développement dans le domaine de l'énergie solaire, en particulier dans le secteur agricole du photovoltaïque, est encore pompage des travaux modestes dans le bassin Ouargla, espère que cette étude soit modeste donnée par la technologie pour exploiter le pompage photovoltaïque dans le bassin de Ouargla.

I-8/- Situation énergies renouvelables en Algérie [2]

La vision du gouvernement algérien repose sur une stratégie axée sur le développement de ressources inépuisables telles que l'énergie solaire et son utilisation pour diversifier les sources d'énergie à travers le lancement d'un ambitieux programme de développement des énergies renouvelables et de leur efficacité énergétique. Et préparer l'Algérie pour demain. Grâce à une combinaison d'initiatives et d'intelligence, ce programme vise une nouvelle ère d'énergie durable en Algérie. Le programme consiste en une installation d'énergie renouvelable d'environ 22 000 mégawatts entre 2011 et 2030, dont 12 000 mégawatts seront alloués pour couvrir la demande nationale d'électricité et 10 000 mégawatts pour l'exportation. Cependant, l'exportation d'électricité est conditionnée par l'existence d'une garantie d'achat à long terme, de partenaires fiables et de financements externes.

Grâce à ce programme, les énergies renouvelables sont au cœur des politiques énergétiques de l'Algérie: environ 40% de l'électricité produite pour la consommation nationale sera renouvelable en 2030. L'Algérie sera la pionnière de la production d'électricité solaire photovoltaïque et solaire sur le continent africain. Le développement durable qui peut conduire un nouveau modèle de croissance.

L'énergie solaire domine en termes de potentiel national d'énergie renouvelable: l'Algérie considère cette énergie comme une source de développement durable ainsi que comme levier du développement social et économique, notamment par la création d'industries productives

pour la richesse et l'emploi. En comparaison, le vent, la biomasse, l'énergie géothermique et l'hydroélectricité sont beaucoup moins importants. Ce programme n'exclut pas le lancement de plusieurs projets de parcs éoliens et la mise en œuvre de projets de recherche et pilotes dans le domaine de la biomasse et de l'énergie géothermique.

Le programme d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique a été développé en cinq chapitres :

- Programme d'efficacité énergétique;
- Capacités installées dans le domaine de l'activité énergétique;
- Recherche et développement;
- Développement de la capacité industrielle pour accompagner le programme;
- Incitations et mesures réglementaires.

Ces axes s'inscrivent dans la stratégie algérienne de développement d'une véritable industrie solaire avec un programme de formation et de capital qui permettra finalement le recrutement d'ingénieurs algériens locaux et la création de savoir-faire suffisant dans ce domaine.

But du programme national d'énergie renouvelable :

- Pour répondre aux besoins du marché national de l'électricité ;
- De nombreuses fonctions directes et indirectes.

En tant que prospect prospectif, les besoins en gaz naturel seront sur le marché intérieur l'ordre de 45 milliards de m³ en 2020 et 55 milliards de m³ en 2030. Pour ce faire, ce programme ajoute des produits financiers sur mesure pour soutenir l'économie nationale, le volume des exportations ainsi que la couche-culotte du fournisseur stratégique pour les générations futures et à l'appui de la stratégie environnementale Suivie par l'Algérie.

De même, si la production d'électricité est entre 75-80 Terra en 2020 et entre 130-150 Terra en 2030. L'intégration massive des énergies renouvelables dans le mix énergétique dans ce sens représente un défi majeur pour protéger les ressources de combustibles fossiles, de diversifier les secteurs de production d'électricité et de contribuer au développement durable

Toutes ces considérations justifient la forte intégration des énergies renouvelables dans la stratégie d'approvisionnement énergétique à long terme aujourd'hui, avec un rôle important à jouer dans la fourniture d'énergie et l'efficacité énergétique à partir de sources renouvelables. L'efficacité énergétique, qui permet un bon contrôle du taux de croissance de la demande, de

meilleurs plans pour les investissements nécessaires pour répondre aux besoins énergétiques et contrôler les ressources naturelles disponibles.

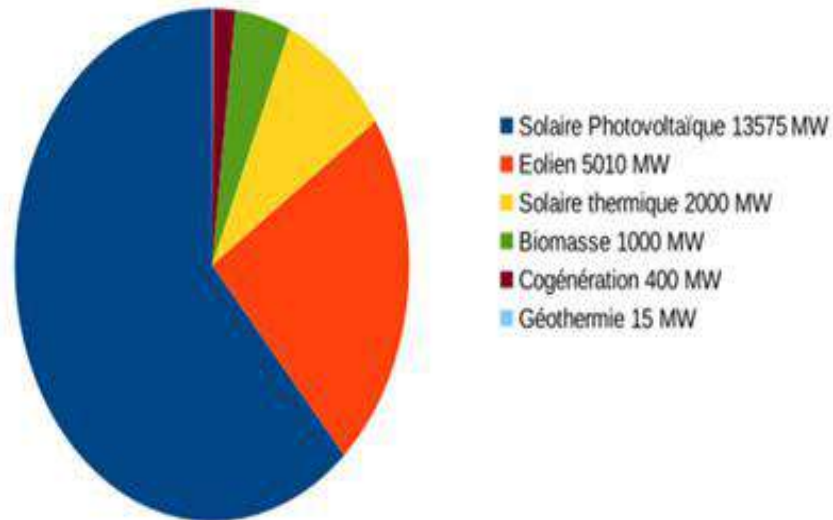


Figure (I.1) : Objectifs du programme algérien des Energies Renouvelables 22 GW à l'horizon 2030 [2]

I-9/- Consistance du programme de développement des énergies renouvelables

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, répartie par filière comme suit. [9]

Tableau (I.1) : Programme de développement des énergies renouvelables en Algérie. [9]

Unité : MW	1 ^{ère} phrase 2015- 2020	2 ^{ème} phrase 2021- 2030	TOTAL
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	-	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
TOTAL	4525	17475	22000

I-10/-Distribution des terres arables pour la culture et la couverture du réseau électrique à Ouargla

Dans le cadre de la Loi sur le Privilège Agricole, Les périmètres agricoles distribués dans la wilaya d'Ouargla depuis 2007 à 2017 par le Comité Exécutif de l'Etat du périmètre sous la concession agricole est de 329 zones avec une superficie totale estimée de 1 009 090,97 hectares. [1]

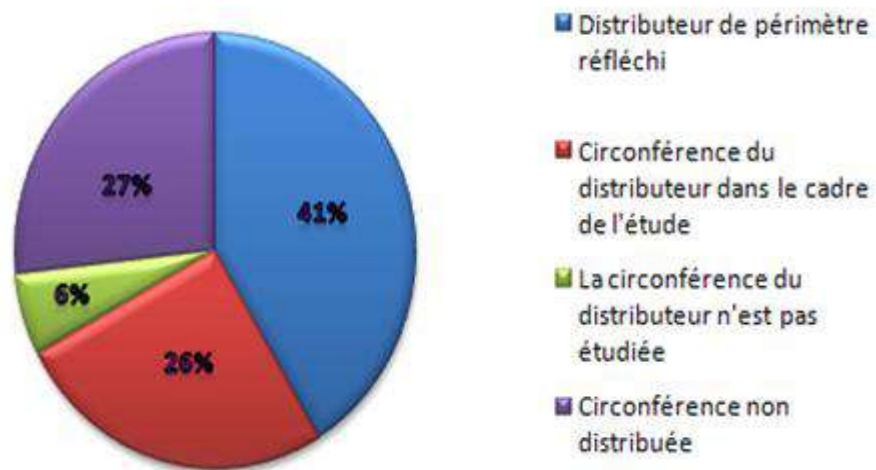


Figure (I.2) : Périamètres agricoles distribués sous privilège agricole d'Ouargla (2007 – 2017) [1]

La couverture du réseau électrique des surfaces distribuées représente seulement 8 %, dont les agriculteurs utilisent les groupes électrogènes et l'énergie solaire pour irriguer leurs fermes, dans notre travail on va étudier les deux systèmes. [1]

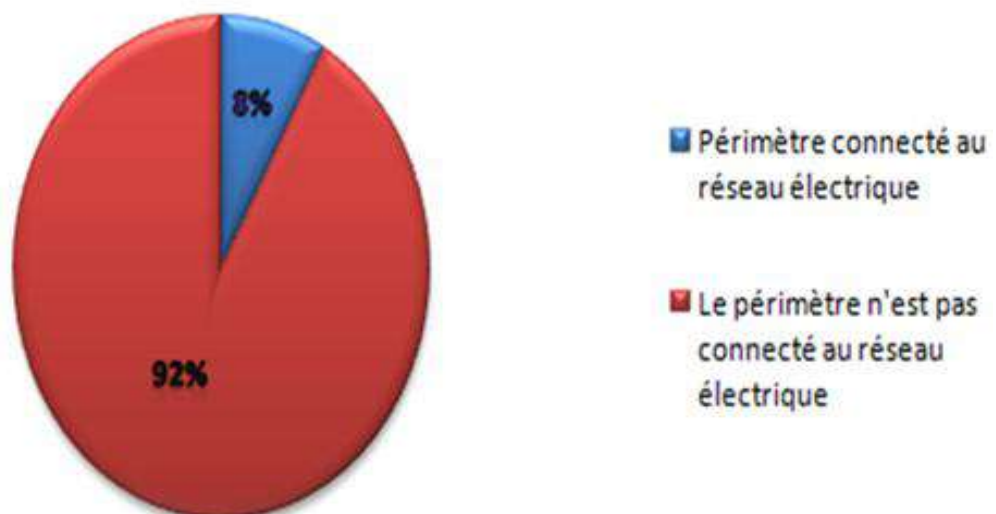


Figure (I.3) : La couverture du réseau électrique des périamètres agricoles Jusqu'à 2017 à Ouargla. [1]

I-11/-Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une revue de recherches menées dans le domaine de l'exploitation de l'énergie solaire au pompage de l'eau et l'étude de ses dimensions techniques, économiques et agricoles. Nous avons également présenté les grandes lignes d'une structure de programme ambitieuse pour l'Algérie afin de développer des énergies renouvelables pour couvrir une part de la demande nationale en électricité. L'objectif est d'atteindre un taux d'intégration de plus de 40% de la production d'électricité d'ici 2030.

Selon les études, l'énergie solaire sera la plus intéressante, car elle est largement disponible et gratuit d'une part et d'autre part l'énorme potentiel disponible en l'Algérie.

Ce potentiel énergétique est préféré pour l'alimenter en particulier les sites isolés dans diverses régions d'Algérie.

Chapitre II

Etude technoéconomique du projet
de pompage photovoltaïque

II-1/-Introduction

L'agriculture est le deuxième secteur soutenant l'économie nationale après les hydrocarbures et l'énorme potentiel d'environ 3 millions d'hectares de terres cultivables et une grande quantité d'eau souterraine, mais le problème du manque d'approvisionnement du réseau électrique est le plus gros problème de ce secteur. Des combustibles fossiles tels que le diesel et l'essence pour couvrir leurs besoins en électricité, ce qui entraîne des pertes matérielles importantes pour les agriculteurs, ainsi que des émissions de gaz provenant de la combustion qui conduisent à la pollution de l'air.

L'Algérie bénéficie d'une situation géographique importante en termes de diversité climatique, en particulier le climat désertique sec dans le sud, qui a un rayonnement solaire élevé tout au long de l'année.

Le système de pompage photovoltaïque est l'une des solutions les plus efficaces pour réduire la consommation de carburant, et nous expliquerons à travers ce chapitre les composants les plus importants de ce système et nous passerons en revue les aspects techniques les plus importants qui sont utilisés dans l'étude de l'achèvement du projet de pompage photovoltaïque ainsi que la révision des méthodes économiques importantes dans l'étude de la rentabilité de la mise en œuvre de ce projet.

II-2/-Principe de fonctionnement

Les panneaux solaires convertissent l'énergie solaire en énergie électrique. L'électricité produite est un courant continu d'une intensité de quelques ampères, Cette énergie électrique peut être accumulée dans des batteries (accumulateurs) pour permettre un fonctionnement continu, ou transmise directement à l'appareil électrique. Le convertisseur permet l'alimentation en courant alternatif 220V de la pompe à partir du courant continu fourni par les panneaux solaires.

Le débit de la pompe variera en fonction de l'ensoleillement avec un débit maximum au milieu de la journée. Le rendement des panneaux solaires est fonction de l'ensoleillement et de l'angle d'exposition d'une part et de la température des cellules d'autre part. Ces deux paramètres dépendent de la latitude et des caractéristiques climatologiques et géographiques de la zone d'implantation.

Une étude est obligatoire pour chaque cas afin de connaître la surface de panneaux nécessaire à la pompe.

A travers la figure (II.1), nous remarquons que les composants les plus importants du système sont : les panneaux photovoltaïques (le générateur photovoltaïque), le groupe moteur pompe, l'adaptation de la puissance et la partie stockage. [10]

II-3/-Les composants d'un système de pompage photovoltaïque

Le schéma suivant présente les différents composants de système pompage photovoltaïque.

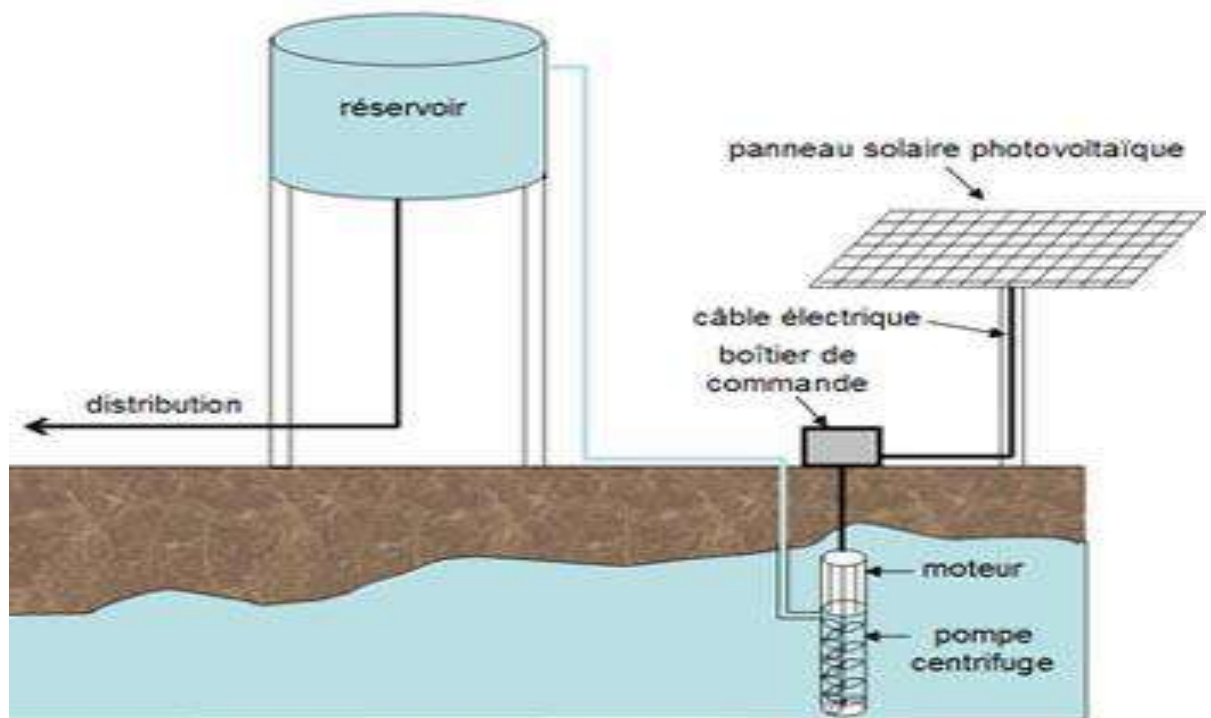


Figure (II.1) : Système de pompage solaire. [5]

II-3-1/-Le générateur photovoltaïque

Un générateur photovoltaïque est constitué de plusieurs modules, ces derniers étant constitués de ces modules sont connectés en série et en parallèle pour fournir le courant et la tension nécessaires. La tension de sortie du générateur photovoltaïque dépend du nombre de modules en série alors que le courant de sortie dépend du nombre de modules en parallèle. [6]

II-3-1-1/-Le module photovoltaïque

Un module est constitué des cellules associées en série/parallèle encapsulées et protégées de l'humidité par un matériau qui enrobe les cellules, c'est le (l'Acétate d'éthylène-vinyl) (EVA).

La face avant du module doit être en verre qui a les caractéristiques suivantes :

- Bonne transparence.
- Résistance à l'impact et à l'abrasion.
- Etanchéité à l'humidité.

La face arrière est généralement réalisée soit en verre (modules dits «bi-verre») soit en composite (polyéthylène). [5]

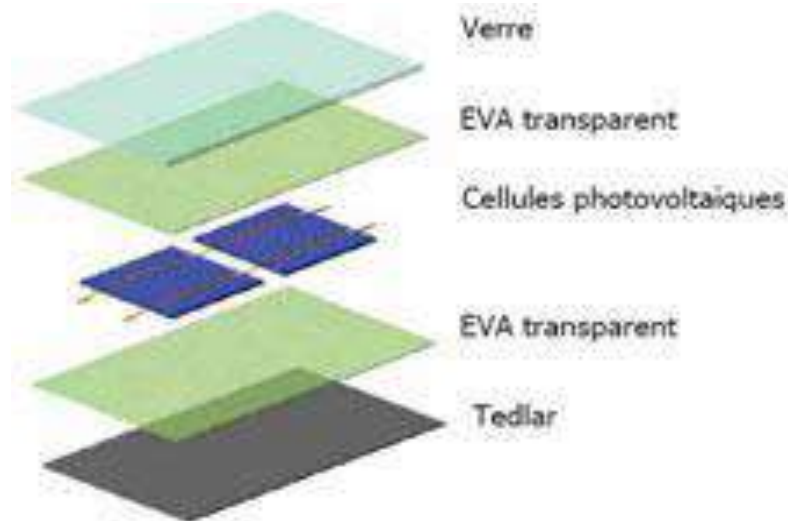


Figure (II.2) : Constitution d'un module photovoltaïque. [5]

II-3-1-2/-Le principe de la conversion photovoltaïque

L'effet photovoltaïque utilisé dans les cellules solaires permet de convertir directement l'énergie lumineuse des rayons solaires en électricité par le biais de la production et du transport dans un matériau semi-conducteur de charges électriques positives et négatives sous l'effet de la lumière. Ce matériau comporte deux parties, l'une présentant un excès d'électrons et l'autre un déficit en électrons, dites respectivement dopée de type N et dopée de type P. Lorsque la première est mise en contact avec la seconde, les électrons en excès dans le matériau N diffusent dans le matériau P

La zone initialement dopée N devient chargée positivement, et la zone initialement dopée P chargée négativement. Il se crée donc entre elles un champ électrique qui tend à repousser les électrons dans la zone N et les trous vers la zone P. Une jonction (dite P-N) a été formée.

En ajoutant des contacts métalliques sur les zones N et P, une diode est obtenue. Lorsque la jonction est éclairée, les photons d'énergie égale ou supérieure à la largeur de la bande interdite communiquent leur énergie aux atomes, chacun fait passer un électron de la bande de valence dans la bande de conduction et laisse aussi un trou capable de se mouvoir, engendrant

ainsi un pair électron - trou. Si une charge est placée aux bornes de la cellule, les électrons de la zone N rejoignent les trous de la zone P via la connexion extérieure, donnant naissance à une différence de potentiel. [5]

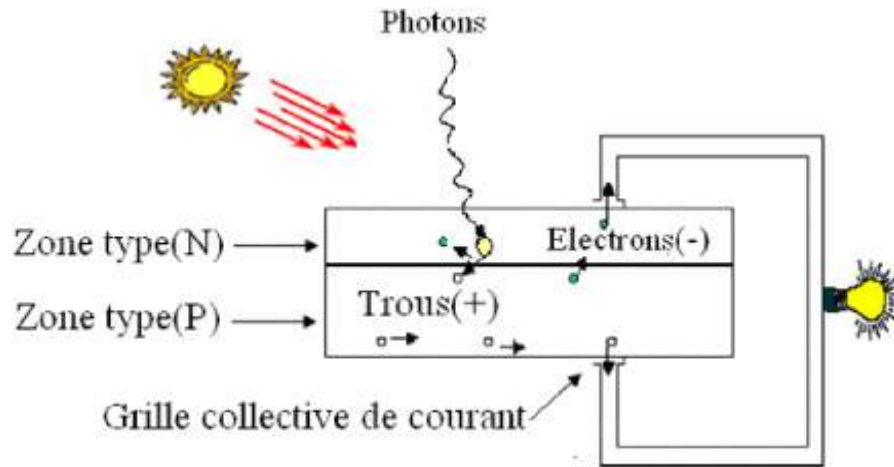


Figure (II.3) : Présentation schématique d'une cellule solaire. [5]

II-3-1-3/-La cellule photovoltaïque

Les cellules photovoltaïques sont des dispositifs électronique réalisées à l'aide des composants semi-conducteurs qui possèdent la particularité de produire l'électricité quand 'ils sont éclairés. Elles sont généralement faites du silicium sous ses différentes formes. [5]

II-3-1-3-1/-Type des cellules La plupart des cellules solaires disponibles sur le marché mondial, sont à base de silicium, soit du type mono, poly cristallin ou amorphe. [5]

A/- Les cellules monocristallines Ce sont celles qui ont le meilleur rendement mais aussi celle qui ont le cout le plus élevé, du fait d'une fabrication compliquée.




B/- Les cellules poly cristallin Leur conception étant plus facile, leur coût de fabrication est moins important, cependant leur rendement est plus faible.

C/- Les cellules amorphes Elles ont un faible rendement, mais ne nécessitent que de très faibles épaisseurs de silicium et ont un coût peu élevé. Elles sont utilisées couramment dans de petits produits de consommation telle que des calculatrices solaires ou encore des montres.

II-3-1-3-2/-Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le tableau suivant présente les différents types des cellules avec leur rendement. [8]

Tableau (II.1) : Les différents types des cellules avec leur rendement. [8]

Type de cellule	Rendement	Avantage	Inconvénient	Image
Silicium monocristalline	13-17%	Bon rendement pour une cellule	Cout de fabrication élevé, perte de matière en cours de fabrication	
Silicium poly-cristallin	11-15%	Bon rendement pour un module	Cout de fabrication élevé, perte de matière en cours de fabrication	
Silicium amorphe	5-9%	Facile à fabriquer	Mauvais rendement	

II-3-1-4/-Classification des systèmes photovoltaïques

Le système solaire photovoltaïque peut être classifié selon l'autonomie en deux classes :

A/- Système isolé ou autonome

Ce sont des systèmes qui travaillent 24 h/24 h avec l'énergie solaire convertie en énergie électrique sans l'aide d'aucune autre source électrique, et cela à l'aide de plusieurs composants mais le plus importants ce sont les batteries qui aident à emmagasiner de l'énergie électrique. Il faut mentionner que les batteries les plus utilisées dans le marché actuellement sont : Accumulateurs au plomb-acide et accumulateurs au nickel-cadmium. [5]

B/- Système raccordé au réseau

Un système photovoltaïque connecté au réseau, c'est un système couplé directement au réseau électrique à l'aide d'un onduleur. Ce type de système offre beaucoup de facilité pour le producteur/consommateur puisque c'est le réseau qui est chargé de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité. [5]

- Une partie de contrôle de cette énergie.
- Une partie d'utilisation de l'énergie produite.

II-3-1-5/-Utilisation des systèmes solaires

- L'éclairage (autoroutes, arrêts d'autobus,...).
- Les communications (Stations de relais de téléphone, bornes d'appel d'urgences sur autoroutes, téléphones mobiles,..).
- La fourniture d'électricité pour des sites éloignés du réseau normal (Forêts, montagnes,....).
- Capteurs isolés (Infos météorologique, enregistrements sismiques, recherche scientifique,..).
- Pour de petites stations de pompage ou d'irrigation, Pour pompage photovoltaïque.
- Chargement des batteries de voitures (les batteries normales, ou de voitures électriques..). [5]

II-3-1-6/- L'énergie acquise annuellement par quatre inclinaisons

Sur l'histogramme ci-dessous, montre les différentes valeurs d'énergie de rayonnement annuelle à Ouargla pour différentes valeurs d'angle d'inclinaison. Nous constatons que l'énergie est bien maximale

Pour un angle optimal mensuel. Il est visiblement plus clair que les énergies pour les angles optimales et saisonnières sont très proches. [6]

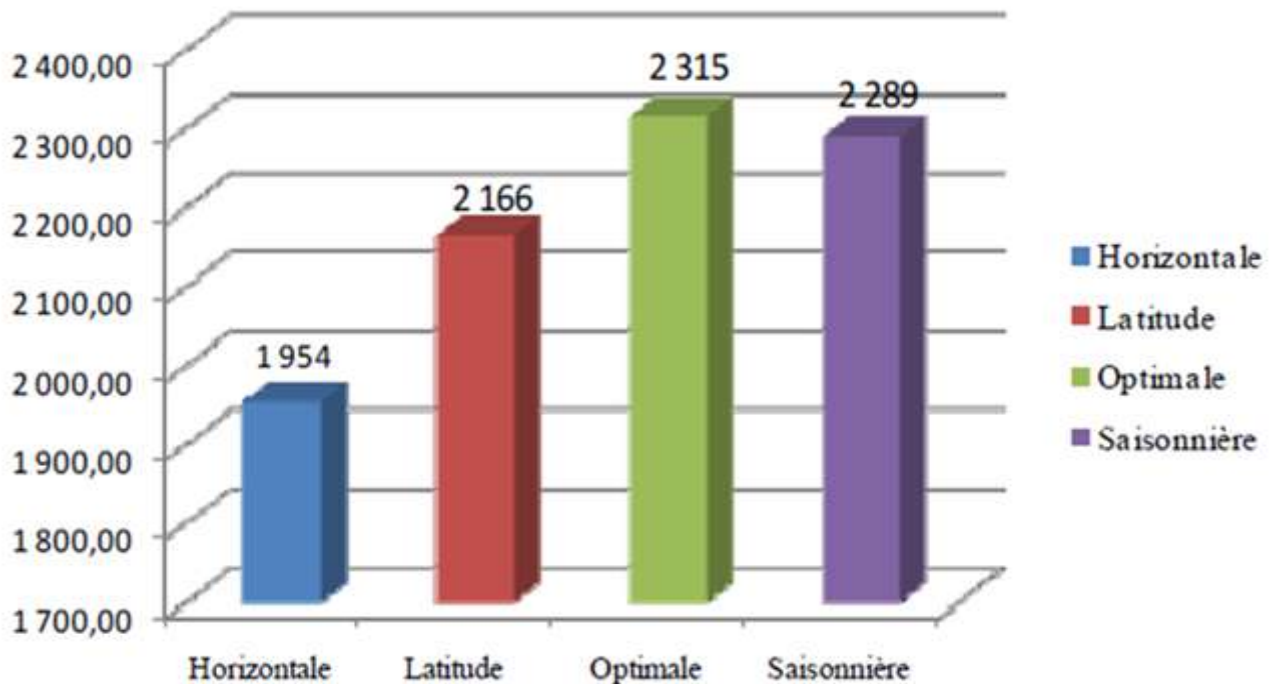


Figure (II.4) : L'énergie acquise annuellement par quatre inclinaisons en kWh/m²/an.

[6]

II-3-1-7/- L'énergie de rayonnement annuel et journalière acquise à Ouargla

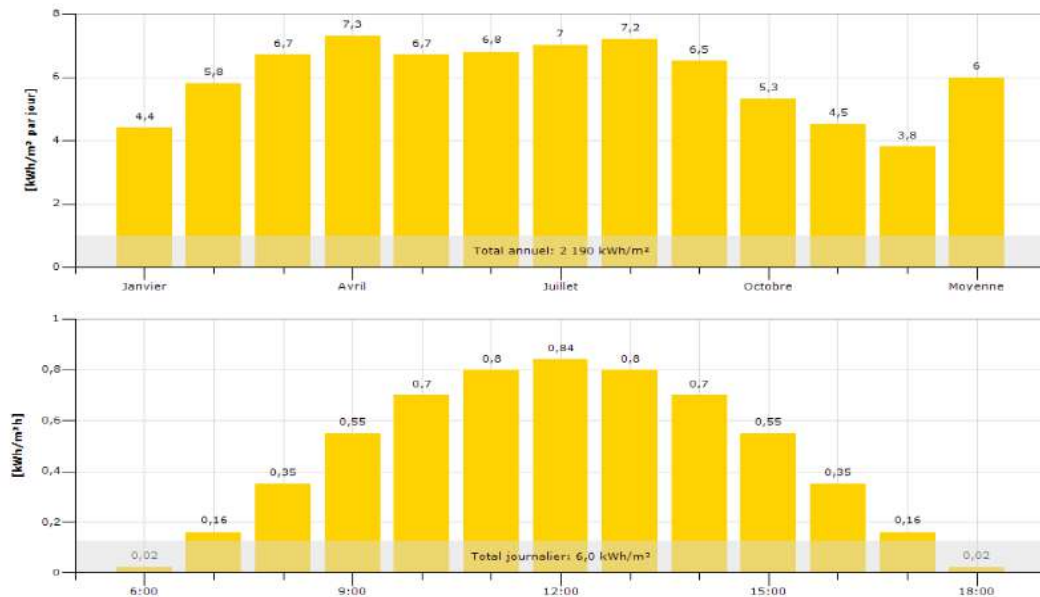


Figure (II.5) : L'énergie de rayonnement annuel et journalière acquise à Ouargla.

[8]

II-3-2/-Le groupe moteur pompe

II-3-2-1/-Les pompes hydrauliques

II-3-2-1-1/-Généralités

Le principe de la pompe est apparu dès que l'homme a su construire un habitat artificiel pour se protéger des éléments naturels. Le besoin en eau nécessaire à sa survie l'obligea à trouver un système de transport de cette eau, du puits ou de la rivière à son habitat. Il faudra attendre le fin 18^e siècle pour que les premières pompes soient réellement construites et utilisées de façon industrielle.

II-3-2-1-2/-Fonctionnement et constitution

Les pompes permettent de déplacer un liquide d'un point à un autre. Pour déplacer ce liquide il faut lui communiquer de l'énergie. Les pompes remplissent cette fonction. Le moteur qui alimente les pompes transforme l'énergie thermique ou électrique en énergie mécanique pour permettre le mouvement des organes des pompes. Cette énergie mécanique est retransmise au fluide. Cette énergie fluide se traduit sous forme de débit (énergie cinétique) et de pression (énergie potentielle). Ces énergies vont s'échanger et se consommer dans les circuits de l'installation. Ils sont constitués de : partie moteur, de la transmission et de la partie hydraulique. [11]

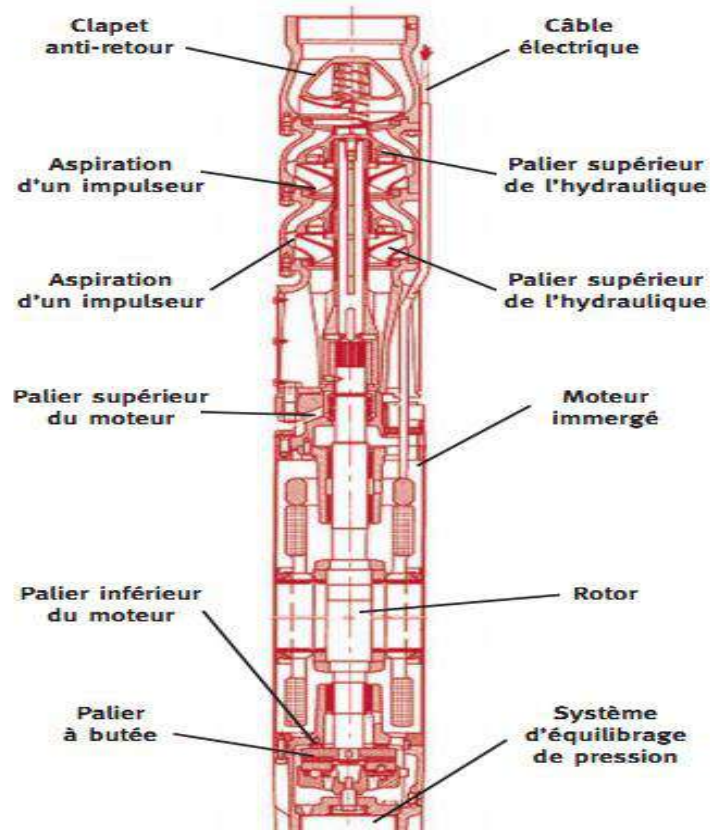


Figure (II.6) : Schéma de la pompe centrifuge immergée. [12]

II-3-2-1-3/-Classification des pompes

Les pompes en général se partagent en deux grandes familles.

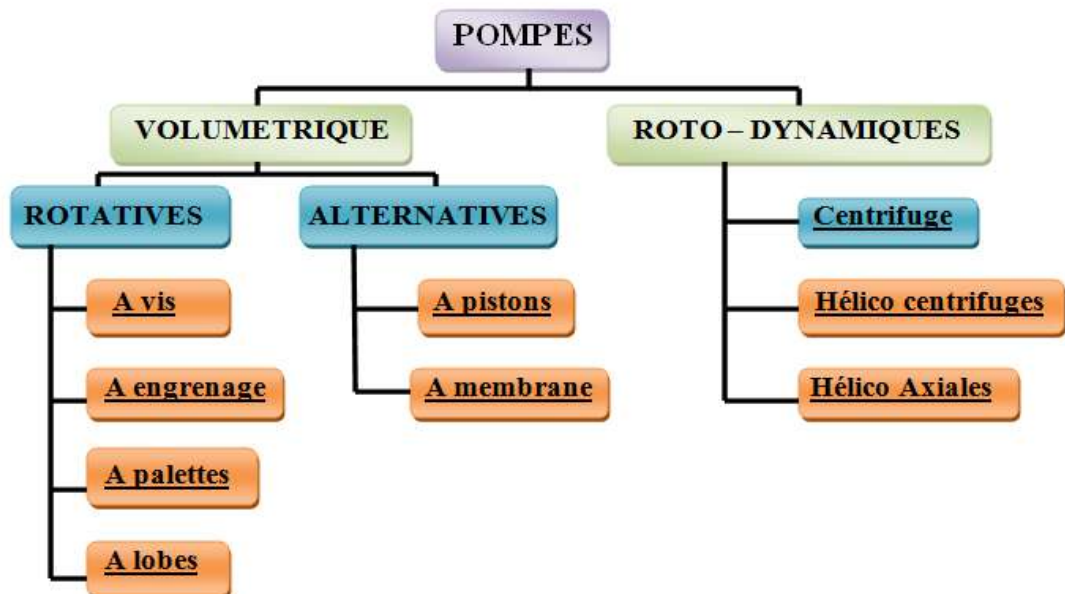


Figure (II.7) : Classification des pompes.[13]

II-3-2-1-4/-La Partie moteur de la pompe

Le moteur d'un groupe motopompe convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Il peut être à courant continu ou alternatif. Elle fournit la puissance nécessaire au pompage. [14]

A/- Technologie des moteurs

On ce qui concerne la technologie des moteur, il y a trois types de moteur actuellement utilisés pour des applications de pompage photovoltaïques.

- Moteur à courant continue
- Moteur à courant continu à aimant permanent sans balais.
- Moteur à courant alternatif.

Tableau (II.2) : Résume les avantages et les inconvénients des moteurs mentionner ci-dessus.

[14]

Type de moteurs	Les avantages	Les inconvénients
Moteur à courant continu	- Simple et efficace pour les faibles charges. - Ne nécessitant pas un circuit de commande compliqué.	- Les balais doivent être. - Remplacé périodiquement.
Moteur à courant continu sans balais	- Un bon rendement ne demande pas de maintenance.	- La commutation électronique ajoute des dépenses de plus et avec le risque de défaillance.
Moteur à courant alternative	- De larges gammes disponibles pour de larges gammes de charge. - Moins cher que le moteur à courant continu.	- Moins efficace que le moteur à courant continu. - Nécessités un onduleur.

NB : il y a ici un moteur AC alimente par un groupe électrogène et générateur photovoltaïque avec un onduleur le moteur AC alimenté par deux sources renouvelable et fossile (hybride).

II-3-2-1-5/-Partie hydraulique

La partie hydraulique, elle aussi, cette puissance transmise à l'eau pour le déplacer (aspiration et refoulement). On distingue plusieurs technologies pour transférer l'eau : on note les pompes à palettes, à axes brisés, à vis, à engrenages, à pistons en ligne, à lobes, à membranes, à pistons axiaux et à pistons radiaux.

Remarque : Dans cette mémoire en va parle de la pompe centrifuge.

A/- Principe de fonctionnement

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 poussé vers l'extérieur et vers le haut grâce à la force centrifuge des aubages. Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

La pompe centrifuge est conçue pour une hauteur manométrique (HMT) relativement fixe. Le débit de cette pompe varie en proportion de la vitesse de rotation du moteur. Son couple augmente très rapidement en fonction de cette vitesse et la hauteur de refoulement est fonction du carré de la vitesse du moteur.

On utilise habituellement les pompes centrifuges pour les gros débits et les profondeurs moyennes ou faibles (10 à 100 mètres). [11]

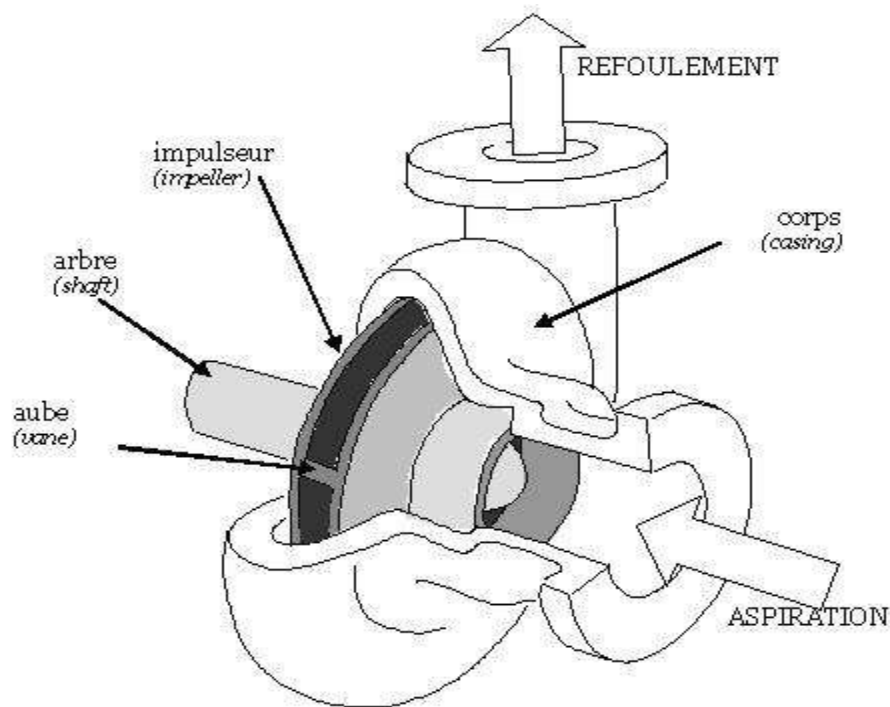


Figure (II.8) : Schéma de fonctionnement d'une pompe mono étage centrifuge. [11]

NB : Une pompe multicellulaire immergée est construite plusieurs étage des turbines en sérié.



Figure (II.9) : Motopompe centrifuge immergée

B/-Turbomachine de la pompe

Une pompe est constituée d'un dispositif hydraulique (corps hydraulique) et d'un moteur électrique qui fait tourner le rotor. Nous avons donc au sein d'une pompe deux transformations énergétiques :

- Transformation d'énergie électrique en énergie mécanique.
- Transformation d'énergie mécanique en énergie hydraulique.

On peut associer à ces deux transformations des rendements partiels et à la pompe un rendement global.

Une turbomachine est un ensemble mécanique dont le rôle est d'assurer un échange d'énergie entre un fluide en écoulement et un rotor animé d'un mouvement de rotation généralement uniforme autour de son axe.

Une turbomachine doit nécessairement être accouplée à une autre machine appelée turbomachines génératrices (moteur électrique, moteur diesel). [15]

II-3-3/-Boîte de commande électrique et de contrôle

Le moteur de la pompe ne fonctionnera pratiquement jamais au point maximal (P_m) du générateur photovoltaïque durant la journée. Pour cela il nous faudra un adaptateur de puissance qui pourra moduler l'énergie.

En utilisation moteur continu, on parlera d'adaptateur de charge. C'est un dispositif électronique permettant de varier le point de fonctionnement du champ.

Avec le moteur alternatif, l'énergie continue délivrée par la génératrice continue doit être convertit. La fonction principale de l'onduleur est de transformer le courant continu, produit par le générateur solaire, en courant alternatif monophasé ou triphasé. Un onduleur est habituellement conçu pour fonctionner sur une plage assez réduite. [11]



Figure (II.10) : La boîte de commande électrique.

II-3-4/-La partie stockage

Le pompage photovoltaïque est caractérisé par un débit variable tout au long de la journée. Au lever du soleil, le champ photovoltaïque commence à produire de l'électricité et un faible débit est produit par la pompe. Pendant la journée, l'exposition à l'énergie solaire devient plus importante dans le domaine des panneaux solaires, et le débit de la pompe augmente. Le débit maximal de la pompe, exprimé en m^3/h , est généralement obtenu à midi et correspond à environ un sixième du débit journalier.

Au coucher du soleil, le panneau solaire arrête de produire de l'électricité et la pompe est automatiquement arrêtée jusqu'au prochain redémarrage automatique le lendemain matin. Le système de pompage ne peut fonctionner qu'en l'absence de soleil en utilisant des sources supplémentaires (comme le vent ou les générateurs.....).

Le stockage d'eau relativement élevé dans le réservoir est une alternative moins coûteuse et beaucoup plus fiable au stockage de l'énergie de la batterie (durée de vie limitée et micro-

maintenance). L'eau stockée pendant la journée dans le réservoir ou le réservoir assure l'approvisionnement en eau 24/24h.

Fournit un système de pompage solaire pour les personnes, les animaux et les terres agricoles avec la qualité de l'eau en fonction du puits ou de la source utilisée. La taille du système de pompage solaire photovoltaïque doit être fonction du débit et de la profondeur du puits requis. Bien sûr, le site du projet a un impact significatif sur le domaine du champ photoélectrique.

Le réservoir, le plus simple et le plus économe en énergie, consiste en un réservoir bas près de la pompe. Les utilisateurs doivent ensuite stocker à un distributeur près du réservoir. Dans de nombreux cas, les systèmes de pompes solaires à énergie solaire peuvent rivaliser avec des solutions d'alimentation à moteur diesel (ou génératrices) et offrent de nombreux avantages. [16]

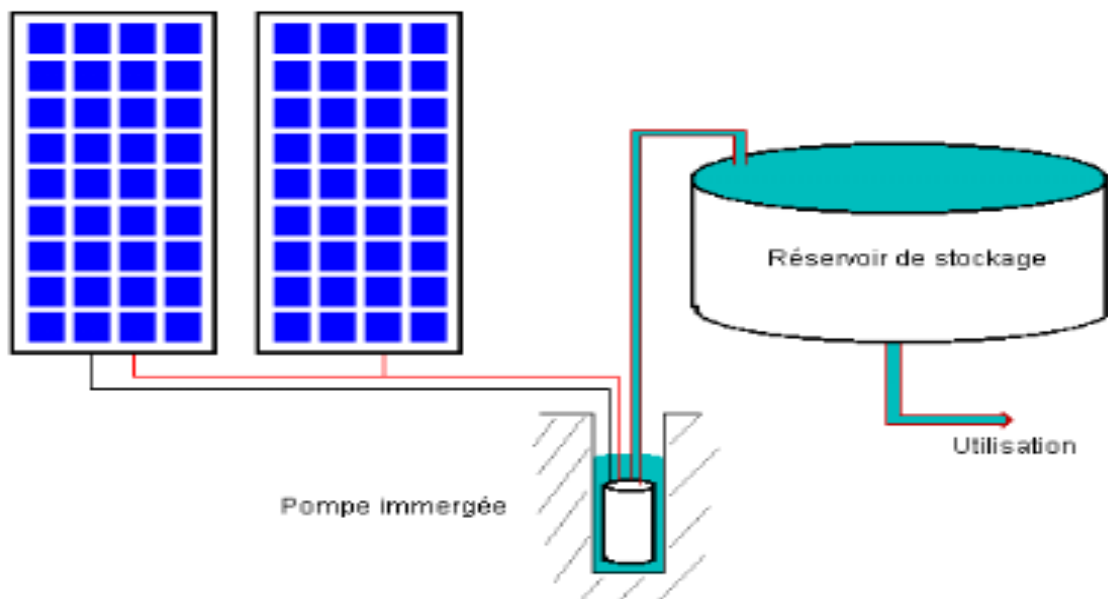


Figure (II.11) : Schéma présent le stockage hydraulique. [11]

II-4/-Dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque

Les différentes étapes pour le dimensionnement d'un système de pompage sont [17] :

- Evaluation des besoins en eau.
- Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire.
- Détermination de l'énergie solaire disponible.
- Choix des composants.

II-4-1/-Evaluation des besoins en eau

II-4-1-1/- Définition de l'irrigation

L'irrigation consiste une fourniture artificielle et répartition systématique d'eau sur des terres agricoles. Elle vise à pallier le manque ou l'insuffisance d'eau de pluie, particulièrement. L'irrigation permet d'améliorer le rendement des terres agricoles, mais implique l'utilisation de grandes quantités d'eau. Il est important de savoir que l'agriculture est de loin le plus grand consommateur d'eau (devant l'industrie et les services), puisque 69 pour cent des prélèvements mondiaux lui sont imputables.

Dans ce contexte assez particulier, les systèmes d'irrigation en milieu aride et leurs améliorations récentes sont cruciaux afin de permettre la production de nourriture dans ces zones, de réaliser des économies d'eau ou encore de lutter contre la désertification. [3]

- Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire
- Détermination de l'énergie solaire disponible

II-4-1-2/- Conception d'un projet d'irrigation

Pour la conception d'un projet d'irrigation, l'agriculteur et le concepteur devront disposer de suffisamment d'informations sur :

- A/- La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;
- B/-Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;
- C/-Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau ;
- D/-Choix de la technique et du système d'irrigation.

En irrigation, il y a trois systèmes les plus répandus, qui sont : l'irrigation gravitaire, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

II-4-1-3/- Choix de la technique et du système d'irrigation

Tableau (II.3) : Comparaison entre trois modes d'irrigation. [3]

Pour des besoins identiques, des apports différents		
Irrigation traditionnelle	Irrigation sous pression	
Gravitaire	Aspersion	Goutte à goutte
100 litres	70 litres	40 litres

Ces chiffres sont des moyennes et des écarts plus grands ont déjà été enregistrés. C'est surtout le système goutte à goutte qui permet de faire les économies d'eau les plus significatives. En effet, presque toute l'eau employée est utilisée car il y a beaucoup moins de perte par évaporation et par percolation. Pour ces raisons, le choix des équipements adéquats s'avère nécessaire.

II-4-1-4/- Estimation des besoins en eau

Les besoins d'eau pour l'irrigation dépendent du type de culture, de la méthode d'irrigation et des facteurs météorologiques (la température, l'humidité, la vitesse du vent, l'évapotranspiration du sol, et la saison de l'année en question). Cependant, la pratique et l'expérience locale restent toujours très indispensables pour une évaluation correcte des besoins. Les besoins d'eau des palmiers pour la région d'Ouargla sont donnés dans le tableau suivant [3] :

Tableau (II.4) : Les besoins journaliers moyens mensuels en eau des palmiers / hectare. [6]

Période	L'Evert			Le Printemps			L'Eté			L'Automne		
	Mois	Déc	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct
Volume d'eau (m^3/j)	13	10	22	36	49	62	67	66	64	50	35	18

II-4-2/- Calcul de l'énergie hydraulique

II-4-2-1/- Notion hydraulique de base

II-4-2-1-1/- Débit

Quantité d'eau que la pompe peut fournir durant un intervalle de temps donné. En pompage, le débit est habituellement donné en litres par heure (l/h).

En pompage solaire, le débit (ou le besoin en eau) est souvent exprimé en m^3 par jour. [18]

II-4-2-1-2/- Hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique totale (HMT) d'une pompe est la différence de pression en mètres de colonne d'eau entre les orifices d'aspiration et de refoulement.

II-4-2-1-3/- Niveau statique

Le niveau statique (N_s) d'un puits ou d'un forage est la distance du sol à la surface de l'eau avant pompage.

II-4-2-1-4/- Niveau dynamique

Le niveau dynamique (N_d) d'un puits ou d'un forage est la distance du la surface de l'eau pour un pompage à un débit donné. Pour le calcul de la HMT, le niveau dynamique est calculé pour un débit moyen.

II-4-2-1-5/- Rabattement (R_m)

C'est une vidange naturelle ou accidentelle de la nappe. Ce la déférence entre (niveau dynamique et niveau statique).

$$(R_m = N_d - N_s). [18]$$

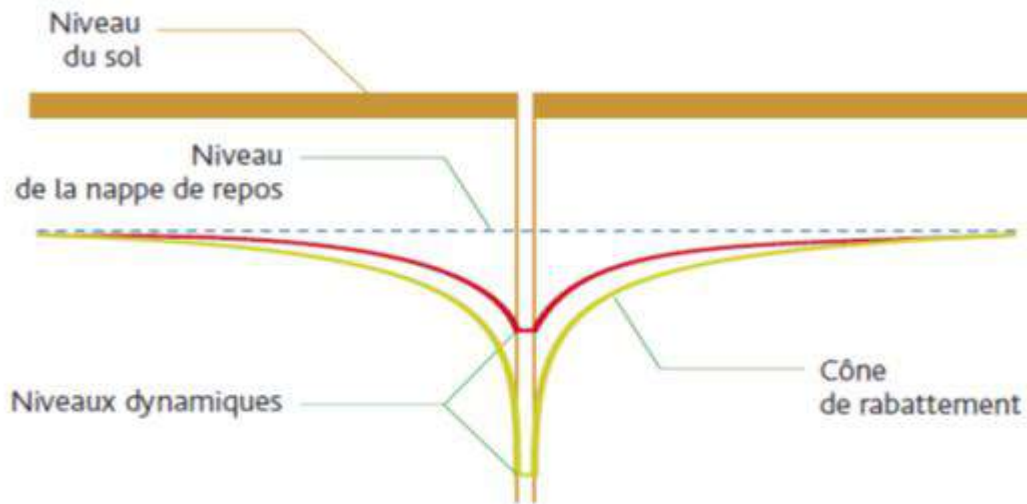


Figure (II.12) : Le différent niveau de la nappe baisse.[18]

II-4-2-1-6/- Hauteur de réservoir (H_r) L'élévation de réservoir par rapport au sol.

II-4-2-1-7/- Les pertes de charge

Chutes de pression produites par le frottement de l'eau sur les parois des conduites. Ces pertes sont fonction de la longueur des conduites (D), de leur diamètre (d_c) et du débit de la pompe (Q). [18]

A/- Les pertes de charge linéaires : Produites par le frottement du fluide sur les parois des conduites .

B/- Les pertes de charge singulières

Produites par tout phénomène local tel que changement de section ou de direction dans la conduite, vanne,...etc.

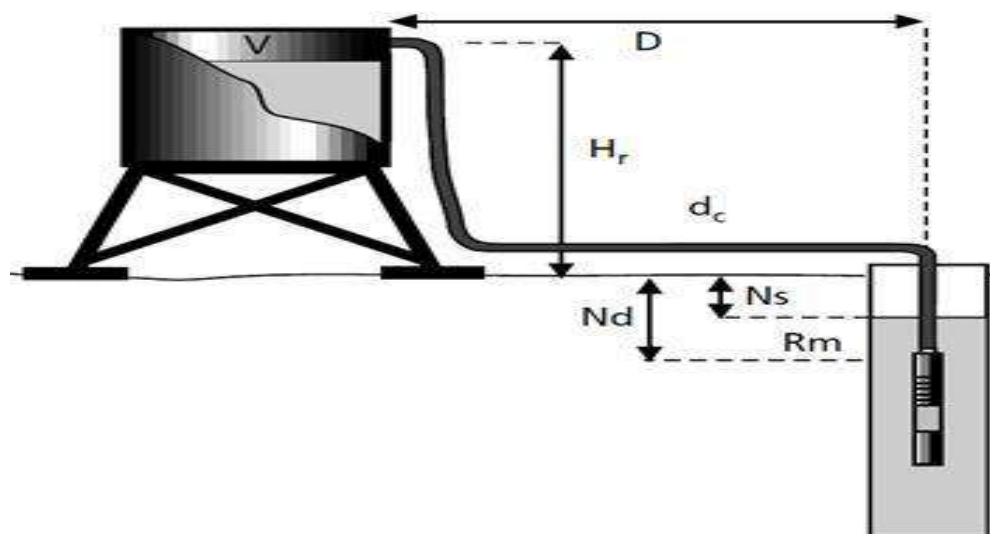


Figure (II.13) : Schéma présente Notion hydraulique de base. [19]

$$HMT = H_r + N_d + \text{Pertes de charge}$$

$$HMT = H_r + N_s + R_m + \text{Pertes de charge}$$

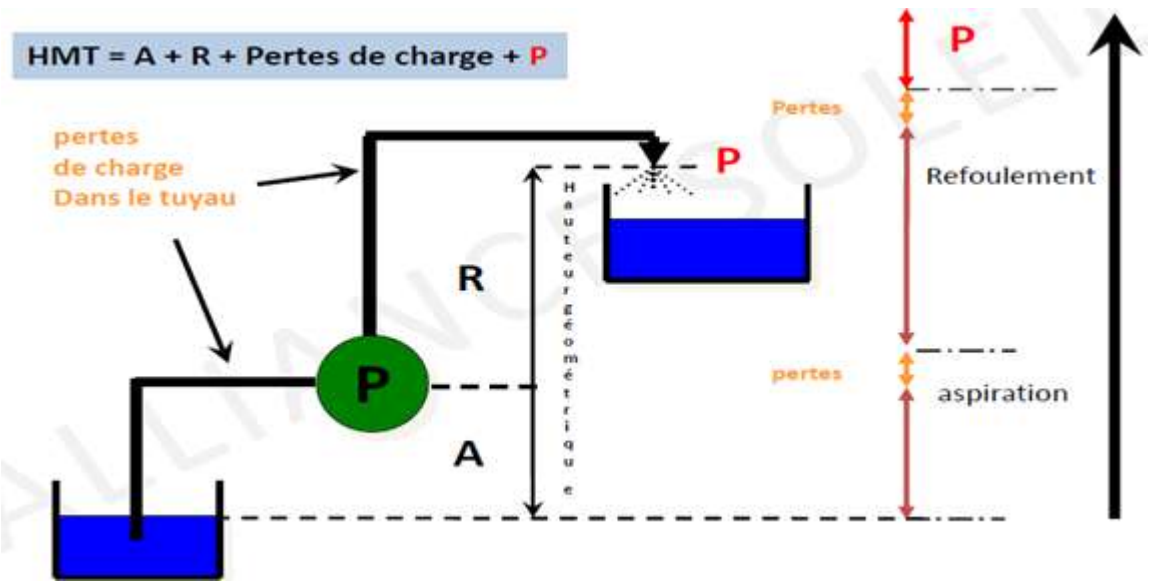


Figure (II.14) : Schéma Expliquer comment calculer HMT.[18]

II-4-2-2/- Calcul différentes énergie du système pompage photovoltaïque

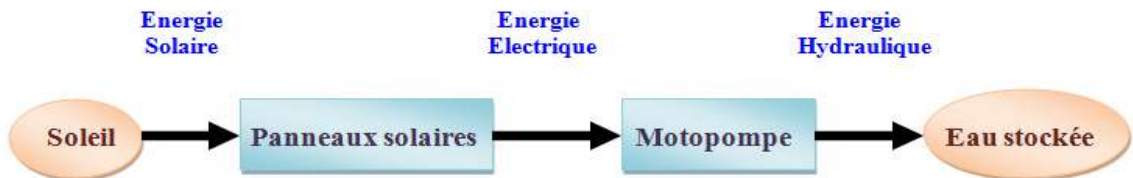


Figure (II.15) : Schéma présenter différent d'énergie de système. [20]

II-4-2-2-1/- Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire

Une fois définies les besoins nécessaires en volume d'eau pour chaque mois de l'année et les caractéristiques du puits, nous pouvons calculer l'énergie hydraulique moyenne journalière et mensuelle nécessaire. [20]

L'énergie hydraulique est énergie potentielle nécessaire au relevage d'un volume $V (m^3)$ d'eau par jour en peut calcule à partir de la relation suivante : [20]

$$E_h = \frac{\rho \times V \times g \times HMT}{3600} . \text{ Wh/jour.} \quad (II.1)$$

II-4-2-2-2/- Calcule de l'énergie électrique quotidienne à fournir

À partir de connaissance l'énergie hydraulique nécessaire et le rendement de motopompe en peut calcule la L'énergie nécessaire pour soulever une certaine quantité d'eau sur une certaine hauteur donnée pendant une journée à partir de la relation suivante : [20]

$$E_e = \frac{2.725 \times V \times HMT}{\eta} \cdot \text{Wh/jour.} \quad (\text{II.2})$$

Où :

E_e : Energie électrique exprimé en [Wh/j]

η : Le rendement du groupe motopompe,

II-4-2-2-3/- Calcul de Puissance crête nécessaire

À partir de connaissance de l'énergie électrique quotidienne à fournir journalière et l'irradiation moyenne journalière en peut calcule la puissance crête nécessaire à partir de la relation suivante [18]:

$$P_c = \frac{2.725 \times V \times HMT}{E_j \times \eta} \quad (\text{II.3})$$

P_c : Puissance crête nécessaire exprimé en [Wc]

V : Besoins maximum en eau par jouer exprimé en [m^3/j]

HMT : Hauteur manométrique totale exprimé en [m]

E_j : Irradiation moyenne du mois le plus défavorable exprimé en [KWh/ m^2 .j]

II-4-2-2-4/- Calcul nombre de panneaux

À partir de puissance crête unitaire du panneau en peut déterminer le nombre de panneaux solaire nécessaires à l'installation à partir de la relation suivante [6]:

$$N_m = P_c / P_n$$

N_m : nombre de panneaux

P_n : Puissance crête unitaire du panneau exprimé en [W]

A/- Nombre de modules en série

Pour trouver la tension convenable à l'alimentation d'une charge donnée par la mise en série de plusieurs modules PV, le nombre de ces modules est calculé par l'expression suivante :

$$N_{MS} = V_{Ch} / V_{mp}$$

Avec

V_{Ch} : La tension nominale de la charge (l'onduleur).

V_{mp} : La tension à P_{max} .

B/- Nombre de modules en parallèle

La mise en parallèle de modules donne l'intensité nécessaire à la charge. Le nombre de branches est calculé par l'équation suivante :

$$N_{MP} = N_M / N_{MS}$$

II-4-2-2-5/- Calcul le Débit réel

À partir de la relation suivante on peut calculer le débit réel :

$$Q_{\text{réel}} = \frac{Pc \times Ej \times \eta}{HMT \times 2.725} \quad (\text{II.4})$$

$Q_{\text{réel}}$: Le débit réel exprimé en [m³/j]

II-4-3/- Détermination le choix de composant d'un système pompage photovoltaïque

Pour définir la puissance utile au fonctionnement de la pompe développée par les panneaux solaires, les données minimums sont :

- La situation géographique pour déterminer l'irradiation solaire globale.
- Le débit pour déterminer les besoins journaliers en eau durant la période de besoin

Maximal.

- La hauteur manométrique totale pour mesurer le niveau statique, le rabattement Maximal, la hauteur du réservoir et les pertes de charge dues à la tuyauterie.

On procèdera comme suit [19]:

- Définir l'irradiation globale journalière mensuelle en [Wh/j/ m²] par rapport à la latitude de la zone de travail.
- Choisir une pompe en fonction du débit et de la hauteur manométrique totale, (utiliser les abaques de rendement des pompes fournis par le constructeur).
- Choisir l'onduleur adapté à la pompe (tension et puissance).
- Déterminer la puissance crête nécessaire au fonctionnement de la pompe.
- Choisir le type de panneau solaire (définir leur puissance nominale)
- Déterminer le nombre de panneaux
- Vérifier la tension nominale pour le fonctionnement de l'onduleur (selon les modèles).
- Déterminer le nombre de module série / parallèle (la forme de connexion).

II-5/-L'étude économique de projet de pompage photovoltaïque

L'analyse économique des solutions photovoltaïques prend de plus en plus de l'importance maintenant que cette technique atteint un stade de maturité suffisant pour aborder la compétition avec les solutions classiques (réseau interconnecté, diesel) et éprouvées d'électrification en zones rurales et isolées. Cette analyse économique est ainsi indispensable pour prendre des décisions d'investissement en toute connaissance de cause, pour pouvoir comparer les prévisions et la réalité des projets et programmes, pour pouvoir quantifier la rentabilité des services rendus par l'électricité photovoltaïque pour la collectivité et l'utilisateur et donc, enfin, pour pouvoir motiver les décideurs et les utilisateurs potentiels. Il faut toutefois noter que dans cette analyse, il est difficile de prendre en compte tous les coûts :

- Coûts sociaux : exode rural...
- Coûts pour l'environnement: pollution... [20]

Pour l'analyse économique d'un projet, vous devriez savoir ce qui suit :

- Cout d'investissement : C'est le prix total du projet.
- Dépenses d'exploitation : Représenter les dépenses engagées pendant la période d'indépendance comme le carburant et l'entretien
- Estimation des recettes : Représenter les revenus générés par le projet.

II-5-1/-Étude de faisabilité pour un projet

L'étude de faisabilité est une collection de recherches ou d'études sur le terrain et menées par une équipe diversifiée de spécialistes pour faire la lumière sur l'idée du projet. [21]

II-5-2/- Les méthodes d'évaluation des opportunités d'investissement

Nous pouvons choisir d'une de ces méthodes pour évaluer la faisabilité du projet

II-5-2-1/- Durée de récupération

Selon cette méthode, l'investisseur fixe un maximum de temps pour chaque opportunité d'investissement disponible afin de récupérer la valeur de ses fonds investis. Les résultats des opportunités d'investissement disponibles sont classés en fonction de la durée de la période de remboursement.

Les opportunités qui ont une période de récupération moins signifient qu'elles peuvent récupérer le coût de l'investissement plus rapidement. [22]

$$DR = \frac{I}{CF} \quad (II.5)$$

CF : Flux de trésorerie (Cash flow).

II-5-2-2/- Flux de trésorerie (Cash flow)

Les flux de trésorerie (cash flow) nets des projets proposés sont la différence entre les intrants et les extrants du projet proposé, soit pendant la période de construction et de traitement, soit pendant la durée de vie prévue. [23]

A/-Les types de flux de trésorerie (cash flow) sont ;

- CF des activités opérationnelles
- CF des activités d'investissement
- CF des activités de financement

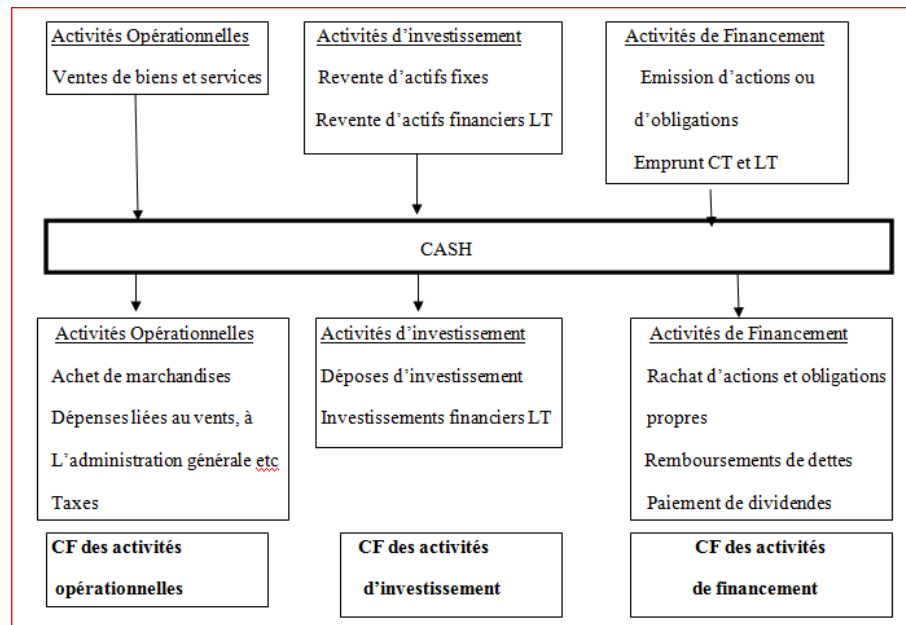


Figure (II.16) Les types de flux de trésorerie. [23]

B/-La Méthode de calcul d'un flux de trésorerie (cash flow)

- CF des activités opérationnelles = (Ventes de biens et services) - (marchandises dépenses liées au ventes)
- CF des activités d'investissement = (reventes d'actifs fixes + revente d'actifs financiers LT) - (dépenses d'investissement + investissements financiers LT)
- CF des activités de financement = (émission d'actions ou d'obligations + emprunts CT et LT) - (rachat d'actions et obligations propres + remboursements de dettes + paiement de dividendes)

Donc : Le cash flow total = CF des activités opérationnelles + CF des activités d'investissement + CF des activités de financement

II-5-2-3/- La valeur actuelle nette

La valeur actuelle nette est l'un des principaux critères de choix des investissements. Elle permet de déduire des flux de revenus actualisés générés par l'investissement, les montants actualisés des investissements réalisés. Elle est donc la somme des flux nets de liquidité (ou flux nets de trésorerie) actualisés générés par cet investissement durant sa durée de vie. Elle est la richesse que génère cet investissement durant sa durée de vie ; c'est la rentabilité finale qu'il dégage au profit de son promoteur au-delà de la rentabilité que traduit le taux d'actualisation.[20]

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{cft}{(1+i)^t} - I \quad (\text{II.6})$$

La règle de la VAN permet de sélectionner des investissements qui offrent à priori une rentabilité au moins égale à celle du marché. La relation entre la rentabilité d'un investissement et celle du marché est la suivante : une VAN positive correspond à un projet dont le taux de rentabilité est supérieur à celui du marché et la VAN est le surplus de résultat par rapport à la rentabilité attendue par les investisseurs ; en d'autre terme, il est plus profitable pour le détenteur du capital d'investir dans ce projet que de placer son argent au taux d'intérêt du marché financier. Ce projet enrichit son promoteur et son acceptation d'investissement est donc recommandée.

II-5-2-4/- Taux de rendement interne

Le Taux de Rendement Interne (TRI) ou Taux de Rentabilité Interne est le taux d'actualisation pour lequel la dépense d'investissement est égale à la somme des flux trésorerie générés par l'investissement. C'est le taux d'actualisation pour lequel la valeur actuelle nette est nulle.

$$\text{TRI} = i \text{ tel que } I_0 = CF_1 (1+i)^{-1} + CF_2 (1+i)^{-2} + \dots +$$

$$CF_n (1+i)^{-n} \text{ TRI} = I \text{ tel que } VAN = 0$$

$$\text{TRI} = i \text{ tel que } VAN = 0$$

$$\text{TRI} = i \text{ tel que } - I_0 + CF_k (1+i)^{-k} = 0$$

Le TRI est donc la solution à l'équation :

$$- I_0 + CF_1 (1+i)^{-1} + CF_2 (1+i)^{-2} + \dots + CF_k (1+i)^{-k} + \dots + CF_n (1+i)^{-n} = 0$$

La résolution d'une telle équation est très délicate pour calculer le TRI d'un investissement, quatre méthodes sont utilisées :

- calcul par essais successifs
- calcul par interprétation graphique

- calcul par interpolation linéaire
- utilisation de la calcul programmable

Nous optons pour le calcul par essais successifs et interpolation linéaire. [20]

II-5-2-5/- Méthode d'indice de rentabilité IP

L'indice de rentabilité est défini comme le critère qui mesure la capacité du projet d'investissement à réaliser des bénéfices, c'est-à-dire le rapport entre la valeur nette actuelle des flux et les coûts d'investissement initiaux du projet. [24]

$$IP = \frac{Van}{inv} + 1$$

$$IP = \left[\sum_{t=0}^n \frac{CFt}{(1+i)^t} + \frac{VR}{(1+i)^n} \right] / I \quad (II.7)$$

- Pour appliquer ces méthodes, nous comparons l'indice de rentabilité par 1.
- Si l'indice de rentabilité est supérieur à 1, nous disons que le projet est faisable et rentable.
- Si l'indice de rentabilité est inférieur ou égal à 1, nous disons que le projet n'en vaut pas la peine. [25]

II-6/- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les composants les plus importants du système de pompage photovoltaïque, constitué principalement d'un générateur photovoltaïque qui représente l'unité de base du financement du système de pompage par énergie électrique sous la forme d'un courant constant converti en courant alternatif par l'onduleur. Ce courant alternatif alimente le moteur de la pompe, qui à son tour pompe l'eau du puits au réservoir d'eau où l'eau est collectée pour l'irrigation.

Nous avons présenté les étapes techniques et les informations les plus importantes à apprendre pour mettre en place un système pompage photovoltaïque performant, ainsi que les méthodes économiques les plus importantes qui doivent être calculées pour vérifier la faisabilité du projet économique.

Chapitre III

Application d'un système
de pompage PV sur le site
d'Ouargla

III-1/-Introduction

Dans la partie précédente de ce travail, nous avons présenté une étude de l'aspect théorique d'une installation de pompage photovoltaïque en présentant les éléments les plus importants et les étapes technoéconomiques qui doivent être respectées dans cette installation. Il est intéressant d'appliquer ces étapes ont été étudiées sur un site réel pour l'évaluation de ce système PV dans sa capacité à couvrir l'électricité dans le périmètre agricoles isolés, ainsi que la réduction de l'énergie conventionnelle utilisée par le groupe électrogène coûteux et polluant de l'environnement

Cette étude pratique, était faite dans une ferme au périmètre agricole de M'hiriza dans la wilaya d'Ouargla. La région d'Ouargla est caractérisée par un climat de type saharien avec des températures élevées, une faible pluviométrie et une forte évaporation.

Dans ce chapitre, nous menons une étude pilote sur un système de pompage photovoltaïque équipé de cette ferme est mettre les panneaux photovoltaïque comme une source d'énergie électrique pour fournir de l'électricité à la motopompe pendant les périodes de présence du soleil.

Ce système de pompage photovoltaïque fonctionnant par la méthode dite « au fil de soleil ». Le stockage de l'eau est réalisé par le biais d'un réservoir afin d'irriguer une surface d'une trois hectares de palmiers.

Le but de l'étude

- 1) Evaluation de la performance du système PV technoéconomique (faisabilité économique) ;
- 2) Essayer de développer la performance du système au moindre coût ;
- 3) Généraliser ce système dans les périmètres agricoles isolés ;
- 4) La possibilité d'exporter l'excès électrique produit vers le réseau électrique dans les périmètres agricoles ;
- 5) Valoriser l'importance de ce système pour résoudre le problème de manque et les heures de pic surtout la période d'été sur l'économie nationale.

6) Hypothèse

- Les mesures obtenues pour un jour typique du mois sont diffusées pour tout le mois.
- Nous prenons la mesure toutes les cinq minutes et considérons ces mesures constantes pendant cette période.
- La limite du temps de l'étude (PFE) ne permet pas de couvrir tous les mois de l'année, nous étions satisfaits des mois suivants, décembre, janvier, février, mars, avril et mai.

- Nous entrons dans nos calculs facteur de Couper du soleil tel que la présence de nuages et la présence d'une carrière à proximité du site.

III- 2/-Présentation de site

La wilaya d'Ouargla située au Sud-est de L'Algérie, couvrant une superficie totale de $211\ 80\ Km^2$ Est limitée : Au Nord : par les wilayas de Djelfa et D'El oued ; a l'Est : Par la Tunisie ; Au Sud : par les wilayas de Tamanrasset et d'Ilizi ; A l'Ouest : Par la wilaya de Ghardaïa, La wilaya d'Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite et des températures élevées, notamment en été. Le pétrole est l'énergie les principales ressources énergétiques du pays se trouvent dans le sous-sol de la Wilaya d'Ouargla figure (III.1), dans la région de Hassi Messaoud où l'exploitation a commencé en 1956. Depuis de nouvelles découvertes ont été faites dans les bassins de Gassi Touil, Berkaoui et Ghourd El Baguel. Il est également connu comme Ouargla avec son caractère paysan, où il se trouve sur plusieurs périmètres agricoles. Plus d'un million d'hectares. La culture de la palme est l'une des activités agricoles les plus importantes connues dans la région.

Nous avons effectué les calculs expérimentaux sur une ferme située à périmètres de M'hiriza sud à la Wilaya de Ouargla ce site est isolée du réseau électrique .Cette ferme dispose d'un système de pompage solaire et contient trois hectares plantés avec environ 550 palmiers.

Dans cette figure, on présenter la caractéristique de site :



Figure (III.1) : Situation géographique de wilaya d'Ouargla.

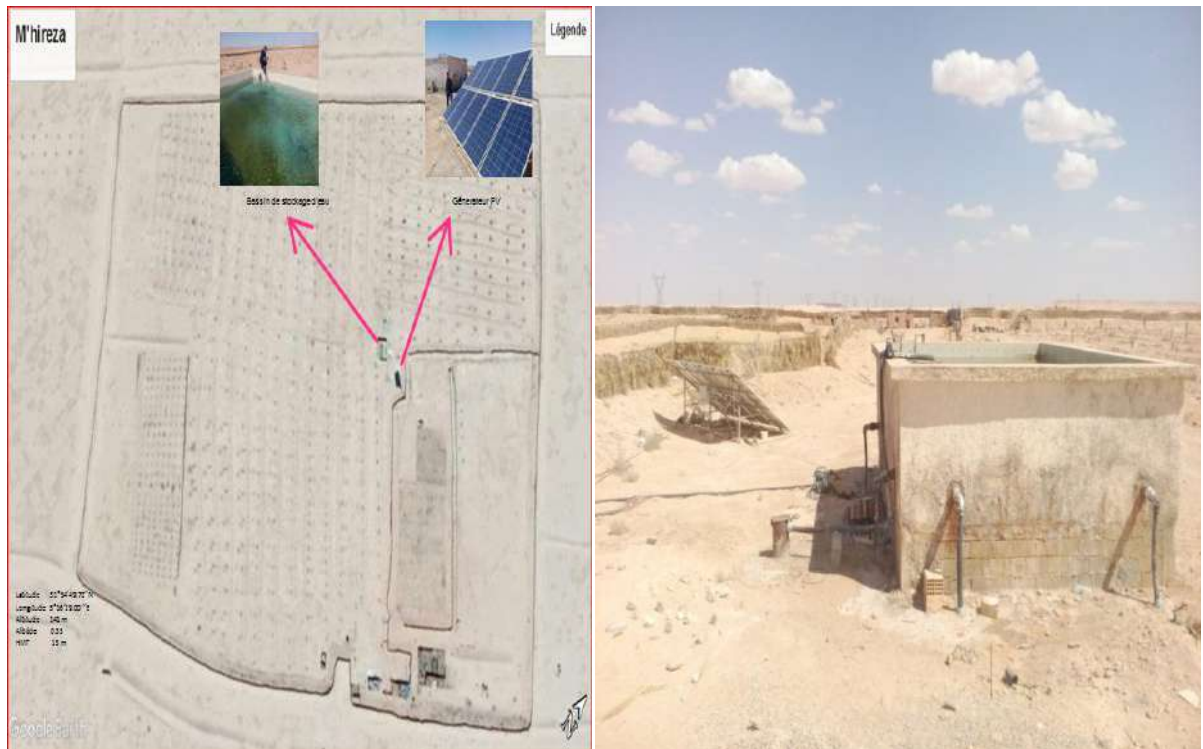


Figure (III.2) : La ferme étudiée de la zone agricole de M'hiriza.

La superficie = 3 hectares

III -3/- Grandeurs météorologiques de la ferme

La ferme situé à périmètre de M'hiriza sud à la wilaya d'Ouargla.

Tableau (III.1) : Grandeurs météorologiques de la ferme.

Latitude : 31°54'49.72 ``N	Longitude : 5°16'29.00``E
Altitude : 141 m	Albédo : 0.35

III -4/-Caractère technique de la station de pompage photovoltaïque

III -4-1/-Hauteur manométrique total

Pour notre station de pompage une hauteur manométrique totale de HMT = 15 m.

III -4-2/-La capacité du réservoir

Pour notre cas est le pompage dit « au fil de soleil ». Le stockage de l'eau est effectué dans un réservoir.

La capacité du réservoir 47 m³



Figure (III.3) : Réservoir de la ferme.

III -4-3/-La pompe installée

Le caractère technique de la pompe installée de la station de pompage photovoltaïque de cette ferme :

III -4-3-1/-La marque de la pompe

- Shakti pumping life.
- Pump Performance SSP 2600 – 10 – 104.
- Motor 3 HP: 230 Volt Motor – (6''× 6'') – BSP 3''

Maximum OD 6'' - Material Code 9500000096

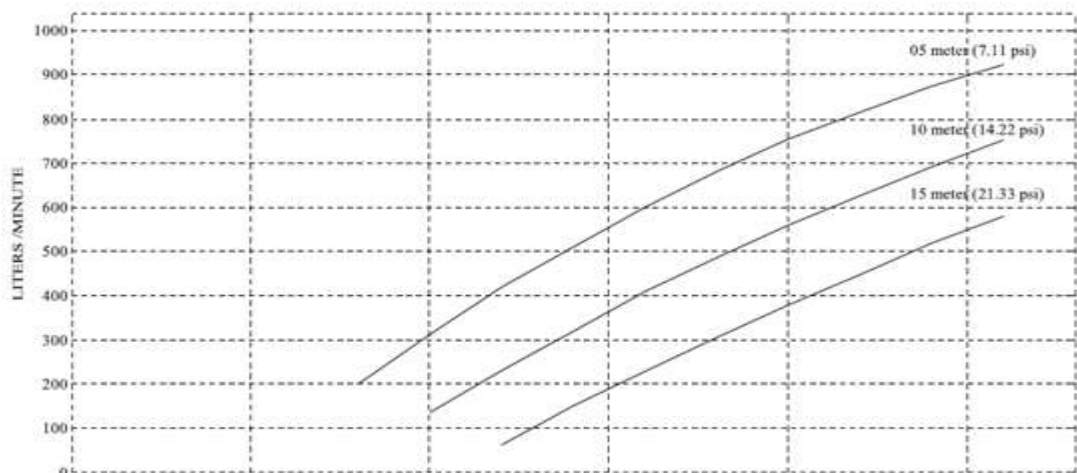


Figure (III.4) : Caractéristique technique de la pompe. [26]

Tableau (III.2): Caractéristiques électriques d'une gamme de pompe Shakti. [26]

	La puissance d'entrée (W)									
	2600	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000	800
Hauteur (m)	Débit (L/min)									
	05	923	875	815	755	681	601	511	420	312
10	753	692	627	559	486	409	320	231	135	
15	579	518	448	378	305	228	151	62		

III -4-4/-Onduleur DC/AC

La conversion du courant continu produit par les panneaux en courant alternatif identique à celui du réseau. L'onduleur dépend des caractéristiques électriques de la pompe (SSP2600-10-104) Shakti alimentée (puissance, tension).

**Figure (III.5) :** Onduleur DC/AC. [26]**Tableau (III.3) :** Caractéristiques électriques de l'onduleur.

Type d'onduleur	Puissance.MAX (Watt)	Tension d'entrée (V)	Tension Sortie (V)	Fréquence (Hertz)
Shakti 01P-10A	2200	230	450	50

III -4-5/-Taille du générateur PV

- La puissance nominale que doit fournir le générateur PV est 2500 W.
- L'inclinaison de panneaux du générateur PV $\beta=35^\circ$ et l'azimut $a=10^\circ$ fixe.

III -4-5-1/-Nombres de modules

Le nombre total de modules constituant le générateur PV est dix (10) panneaux.



Figure (III.6) : Générateur photovoltaïque de la ferme.

III -4-5-2/-Dimensions de module photovoltaïque IFRI250-60

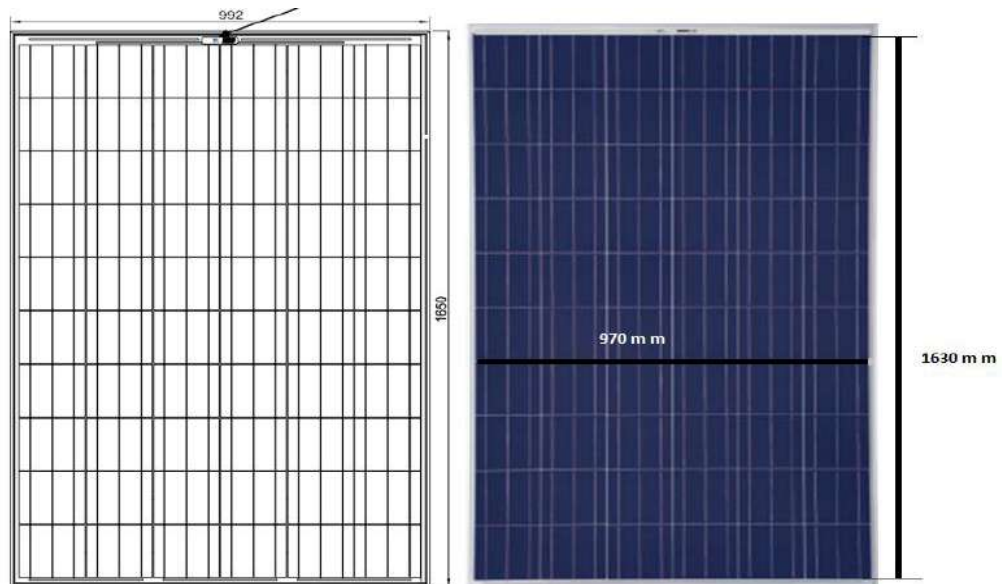


Figure (III.7) : Démontions de module photovoltaïque IFRI250-60 .

Surface du module : $S = 1.63 * 0.97 = 1.5811 \text{ m}^2$

Surface du générateur PV : $S = 1.5811 * 10 = 15.811 \text{ m}^2$

Tableau (III.4) : Caractéristiques électriques du module photovoltaïque IFRI250-60. [27]

Puissance maximale (P_{max})	250W
Tension à P_{max} (V_{mp})	31.38V
Courant à P_{max} (I_{mp})	7.95A
Courant de court – circuit (I_{sc})	8.5A
Tension à circuit ouvert (v_{oc})	37.56V
Coefficient de température d' I_{sc}	0.077±0.015 %/°C
Coefficient de température de V_{oc}	-0.368±20 mV/°C
Coefficient de température de P_{max}	-0.364±0.05% °C
NOCT U_{max} [V]	47±2°C
Température d'utilisation	-40 à +85 °C
Rendement du module	15.2 (%)
Rendement de la cellule	17.6 (%)

III -4-5-3/-Nombre de modules en série Les modules misent en série $N_{MS}=10$

III -4-5-4/-Nombre de modules en parallèle Les modules misent en parallèle $N_{MP}=0$

III -5/-Collecte de données et l'étude de cas

III -5-1/-Méthode de mesure sur système pompage photovoltaïque de La ferme étudiée

Le concept de base de la procédure expérimentale consiste à étudier l'effet de la variation de l'ensoleillement sur la tension et le courant débité par le générateur photovoltaïque, ainsi que le débit d'eau pompé. Les mesures ont été prises toutes les cinq minutes pendant la journée type de mois, Lorsque la mesure suivante est suivie ;

1 / lecture des mesures du rayonnement solaire appliqué aux panneaux photovoltaïques pendant le fonctionnement du système.

2 / lecture des mesures de température ambiant.

3/ lecture des mesures sur l'onduleur le courant électrique DC et AC et la fréquence.

4/ lecture des mesures du débit d'eau.



Figure (III.8) : Mesure de débit.

III -5-2/-Les appareils de mesures utilisés

a/- Dosimètre de rayonnement Mac-Solar Pour mesurer les rayonnements solaires (W/m²).



b/- Thermocouple Pour la mesure de la température ambiante..



c/- Les mesures de courant et de tension continues sont données par le contrôleur.



d/- Les mesures de courant et de tension alternative par pinces ampérométriques



e/- Débitmètre à ultrasons portable (PORTAFLOW)

est un type de débitmètre à ultrasons portable en utilisant la méthode de mesure du temps de transit, en utilisant le détecteur sur la pince sur le tuyau de diamètre 2" à 16". C'est un petit outil léger qui comprend des techniques de traitement électronique de pointe et des signaux numériques qui permettent une surveillance continue du débit d'eau propre à travers des tubes solides. [28]

Principe de mesure

Une corde de mesure est constituée de deux sondes : la première est placée en amont (sonde A) tandis que la seconde est placée en aval (sonde B). Chaque sonde d'une corde est

alternativement émettrice et réceptrice d'une onde ultrasonore impulsionnelle dirigée vers l'autre sonde.

Les temps de parcours amont-aval et aval-amont de l'onde étant différents (lorsque le fluide est en mouvement, le temps aval-amont est supérieur au temps amont-aval), les deux temps de parcours et la différence entre les deux temps permettent de déterminer la vitesse d'écoulement moyenne le long de la corde et de là d'en déduire le débit volumique par intégration du profil de vitesse sur l'ensemble de la section considérée.

Pour prendre en compte des profils d'écoulements complexes, le nombre de cordes peut être multiplié. Comme en mesure doppler, la mesure par temps de transit peut s'effectuer sur des conduites partiellement remplies. Il suffit pour cela de placer les cordes de mesure de façon que les ultrasons traversent en permanence le fluide.



NB : La puissance électrique mesure pour cette formule $P = I \times V \times \cos \varnothing$

$$\cos \varnothing = 0.79$$

III-5-3/-La description de l'installation de mesure expérimentale d'un système pompage photovoltaïque

Au niveau des panneaux PV, nous mesurons à la fois le rayonnement solaire par le dosimètre de rayonnement Mac-Solar et la température par le thermocouple

Au niveau du tableau de commande électrique (onduleur), nous enregistrons l'intensité du courant, la tension, la fréquence, mesurons le courant et de tension alternative par pinces ampérométriques.

La pompe est alimentée par le courant alternatif mesuré au niveau du contrôle électrique qui pompe l'eau au niveau du réservoir.

Nous mesurons le débit de l'eau à travers le débitmètre à ultrasons portable (PORTAFLOW).

La figure suivante illustre comment cela fonctionne. Ces mesures sont prises toutes les cinq minutes.

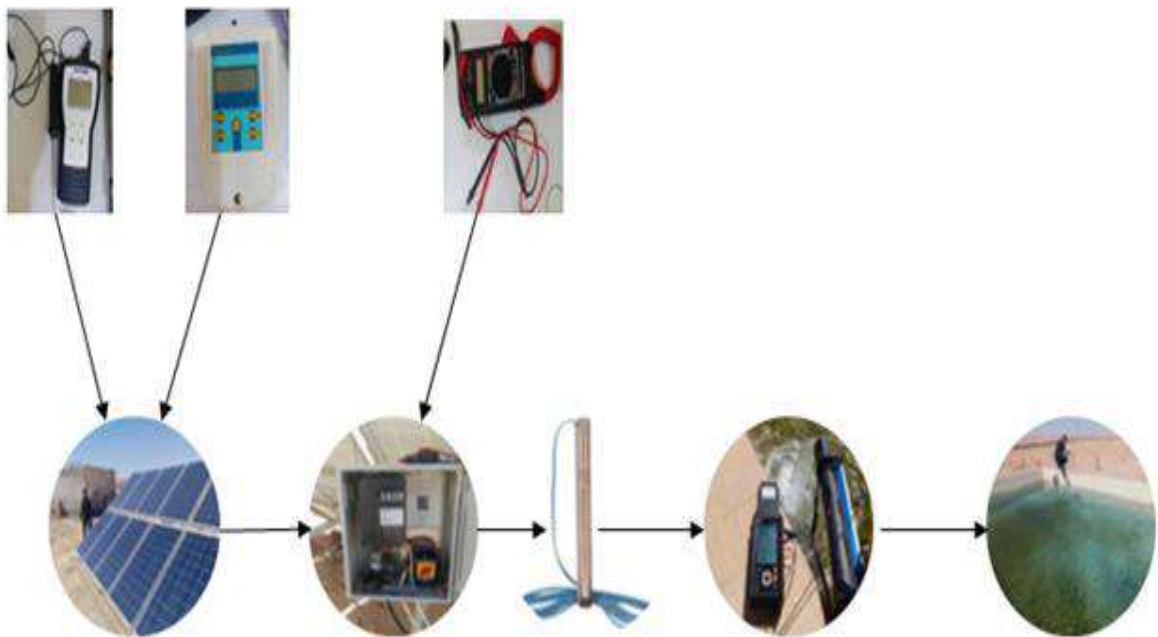


Figure (III.9) : La description de l'installation de mesure expérimentale d'un système pompage photovoltaïque.

III -5-4/-L'expérience de groupe électrogène qui installée

Dans cette expérience, nous avons utilisé le groupe électrogène qui fonctionne par le diesel pour alimenter la motopompe en énergie électrique.



Figure (III.10) : Le groupe électrogène.

Ce groupe électrogène est une source d'électricité traditionnelle caractérisé par :

Tableau (III.5) : Caractère technique de groupe électrogène.

Puissances cos 0.8	Ampérage / phase sous :		Section des câbles pour une longueur de 20 mètres		Consommation Gas – oil / h en pleine charge
	400 V	230 V	400 V	230 V	
	Ampères				
10 KVA	14.5				3 litres

- Fréquence Nominale (Hz) 50
- Voltage Nominal (V) 230/400
- Courant Nominal (A) 14.4/16
- Puissance Nominale (KVA) 10
- Puissance Maximale (KVA) 11
- Vitesse Nominale (tour/min) 3000
- Facteur Phi-cos (cos ϕ) 0,8

III -5-5/-La description de l'installation de mesure expérimentale de groupe électrogène

Dans cette expérience, nous avons utilisé le groupe électrogène qui fonctionne par le diesel pour alimenter la motopompe en énergie électrique.

Nous mesurons le courant et de tension alternative. produite par l'extrémité du générateur par pinces ampérométriques .

Nous mesurons le débit l'eau à travers le débitmètre à ultrasons portable (PORTAFLOW).

Et mesuré la consommation de carburant pendant la période de pompage.

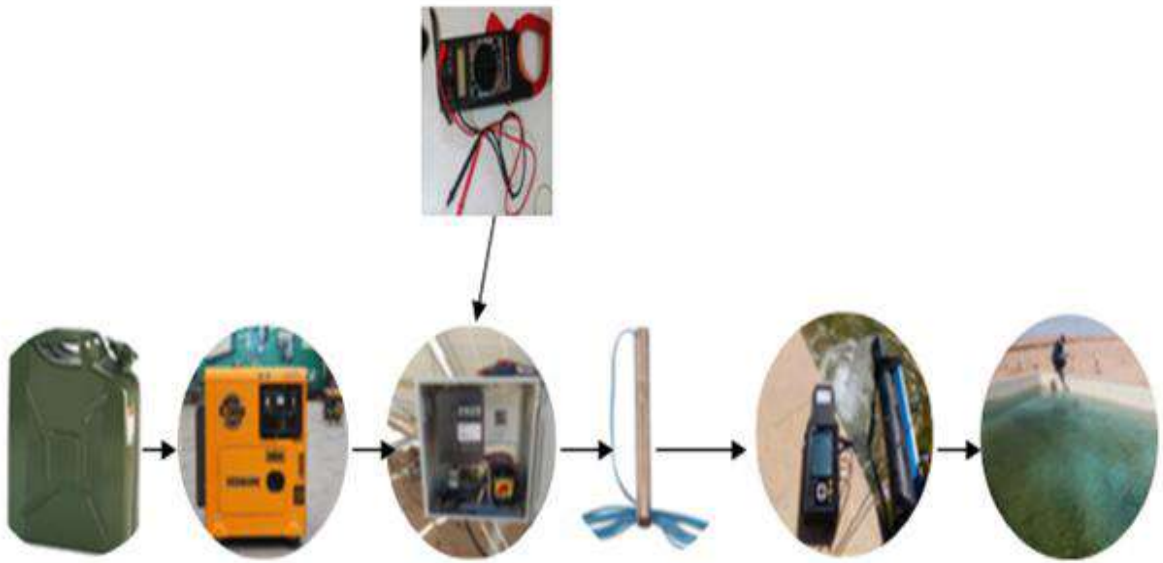


Figure (III.11) : La description de l'installation de mesure expérimentale de groupe électrogène.

III -6/-Résultats expérimentaux

III -6-1/-Résultats expérimentaux d'un système pompage photovoltaïque

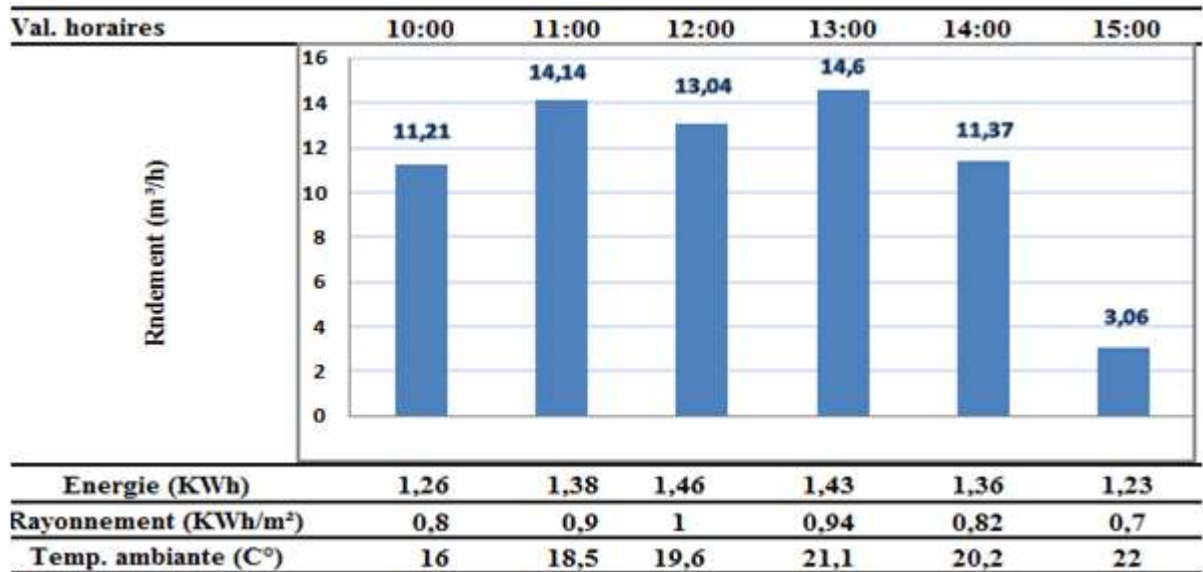


Figure (III.12) : Rendement quotidien journée type mois de décembre.

Le rayonnement journalier total : 5.16 (kWh/m²/jour)

Température moyenne: 19.56 (C⁰)

L'énergie alternative produit : 8.12 (kWh/jour)

La quantité d'eau collectée par jour:67.39 [m³/jour]

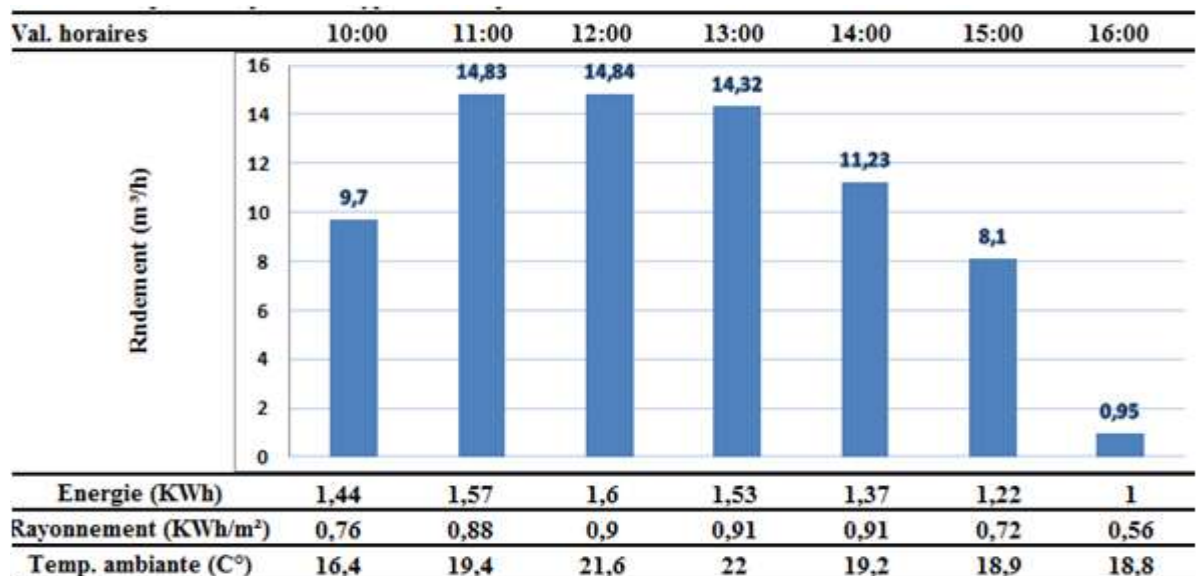


Figure (III.13) : Rendement quotidien journée type mois de janvier.

Le rayonnement journalier total (kWh/m²/jour) :5.64

Température moyenne (C⁰) : 19.47

L'énergie alternative produit (kWh/jour) :9.73

La quantité d'eau collectée par jour [m³/jour] :73.97

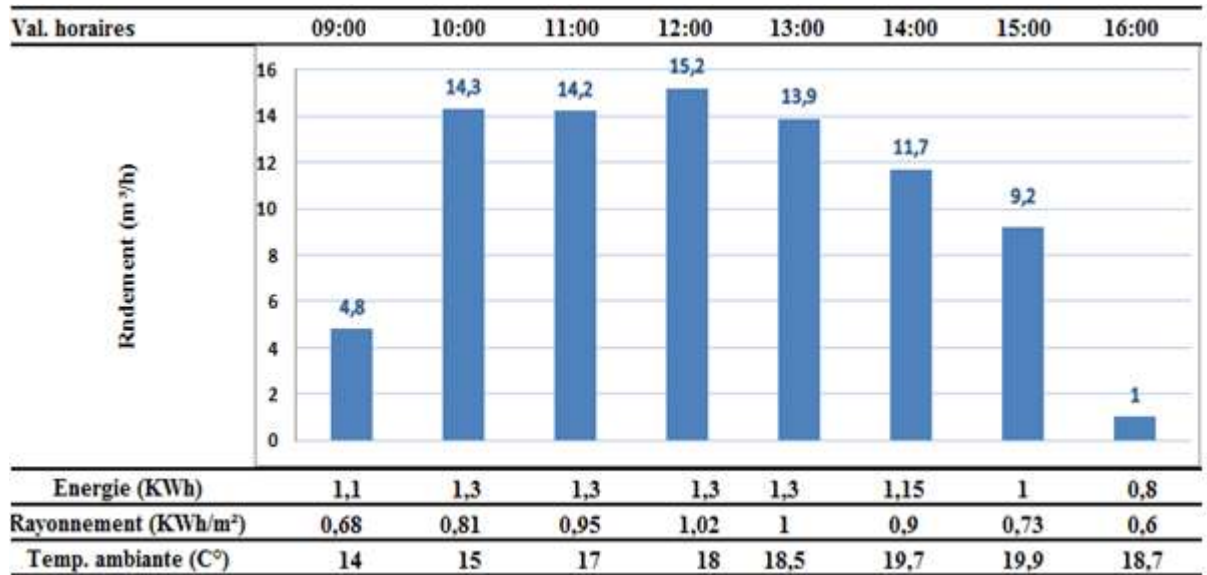


Figure (III.14) : Rendement quotidien journée type mois de février.

Le rayonnement journalier total : 6.69 (kWh/m²/jour)

Température moyenne: 17.6 (C⁰)

L'énergie alternative produit : 9.25 (kWh/jour)

La quantité d'eau collectée par jour : 84.3 [m³/jour]

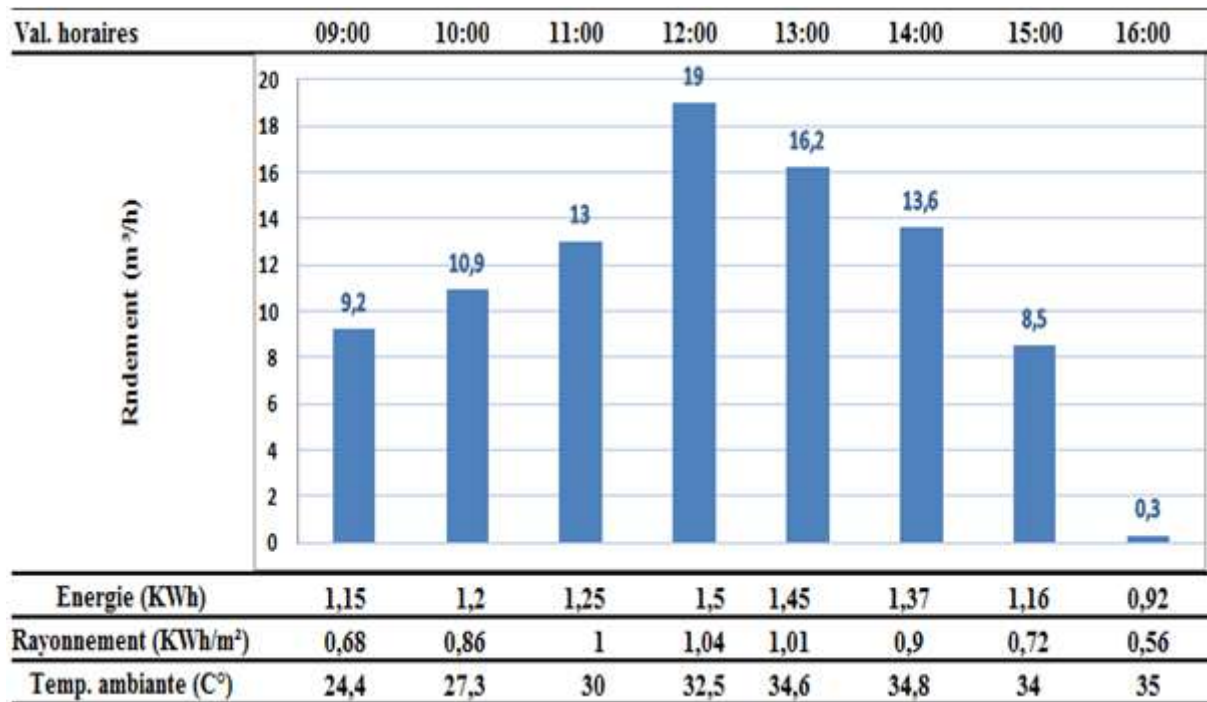


Figure (III.15) : Rendement quotidien journée type mois de mars.

Le rayonnement journalier total : 6.77 (kWh/m²/jour)

Température moyenne : 31.57 (C⁰)

L'énergie alternative produit : 10 (kWh/jour)

La quantité d'eau collectée par jour: 90.7 [m³/jour]

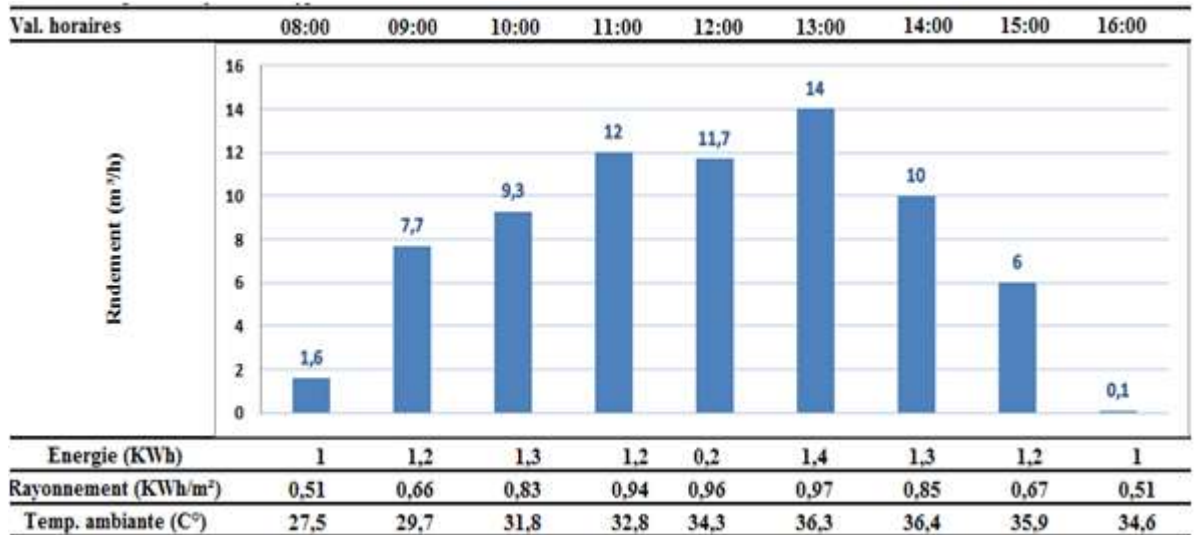


Figure (III.16) : Rendement quotidien journée type mois d'avril.

Le rayonnement journalier total: 6.9 (kWh/m²/jour)
 Température moyenne: 33.25 (C⁰)
 L'énergie alternative produit : 9.8 (kWh/jour)
 La quantité d'eau collectée par jour : 72.4 [m³/jour]

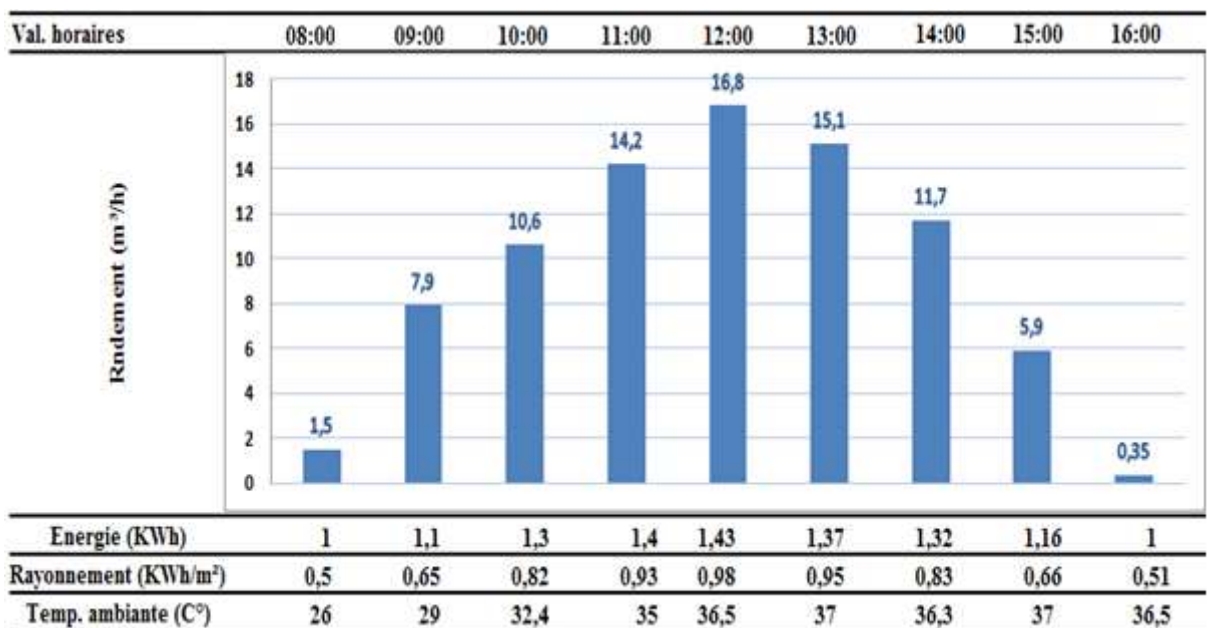


Figure (III.17) : Rendement quotidien journée type mois de mai.

Le rayonnement journalier total : 6.83 (kWh/m²/jour)
 Température moyenne : 33.96 (C⁰)
 L'énergie alternative produit : 11.08 (kWh/jour)
 La quantité d'eau collectée par jour: 84.05 [m³/jour]



Figure (III.18) : Rendement moyen quotidien par mois.

D'après le résultat, nous remarquons que le rayonnement maximale en mai de 6,9 kWh/m² et l'énergie produit maximale c'est 11.08 kWh.

Par contre la quantité maximale d'eau collectée par mois d'mars de 90.7 m³/jour.

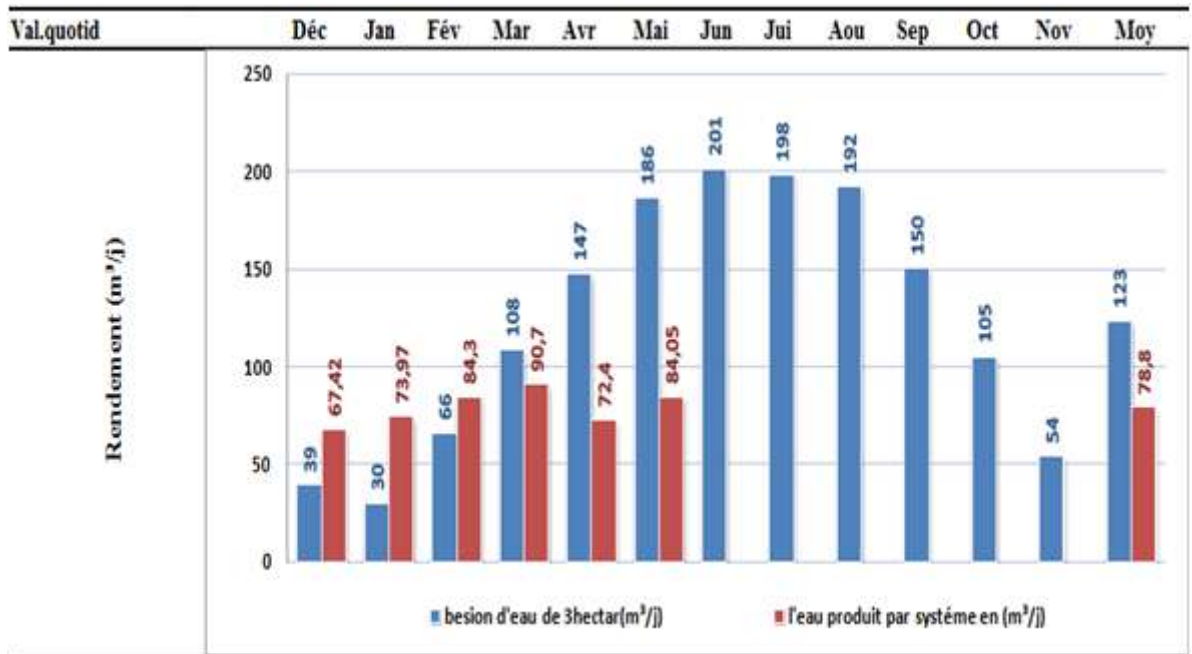


Figure (III.19) : Rendement moyen quotidien par mois.

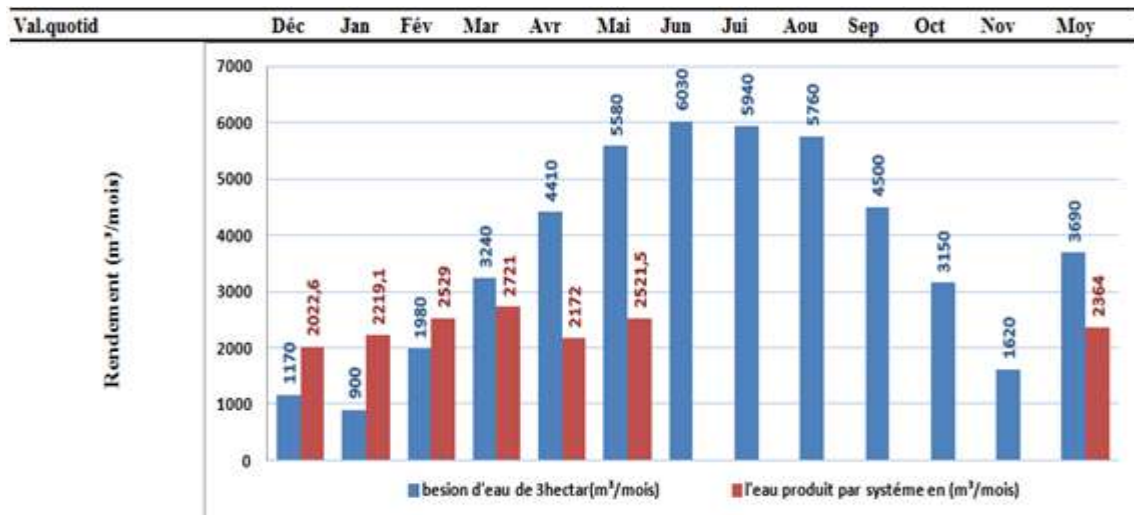


Figure (III.20) : Rendement moyen quotidien par mois.

Tableau (III.6) : Résultats d'un système de pompage photovoltaïque étudié.

	Décembre	Janvier	Février	mars	avril	mai	moyen
Rayonnement / jour [KWh/m ² /jour]	5.16	5.64	6.69	6.77	6.9	6.83	6.33
Rayonnement / mois [KWh/m ² /mois]	154.8	169.2	200.7	203.1	207	204.9	189.95
Rayonnement / année [KWh/m ² /an]	2279.4						
Energie fournie par jour [KWh/jour]	11.34	13.14	14.12	13.97	14.9	14.98	13.74
Energie fournie par mois [KWh/mois]	340.2	394.2	423.6	419.1	447	449.4	412.2
Energie fournie annuelle [KWh/an]	4946.4						
Energie consommée [KWh/jour]	8.12	9.73	9.25	10	9.8	11.08	9.66
Energie consommée [KWh/mois]	243.6	291.9	277.5	300	294	332.4	289.8
Energie consommée [KWh/an]	3478.8						
Besoin d'eau par 1 hectare [m ³ /jour/hectare]	13	10	22	36	49	62	41
Besoin d'eau par 3 hectares [m ³ /jour]	39	30	66	108	147	186	123
Besoin d'eau de 3 hectares par année [m ³ /an]	44280						
Quantité d'eau collectée par jour [m ³ /jour]	67.39	73.97	84.3	90.7	72.4	84.05	78.8
Quantité d'eau collectée par mois [m ³ /mois]	2021.6	2219.1	2529	2721	2172	2521.5	2364
Quantité collectée par année [m ³ /an]	28368						
Manque d'eau par année [m ³ /an]	15912						

III -6-2/-Résultats expérimental de groupe électrogène de cette ferme

Tableau (III.7) : Résultats d'un système de pompage par groupe électrogène étudié.

Consommation carburant par heure [l/h]	2.5
Débit d'eau [m ³ /h]	21.6
Energie fournie [KWh]	2
Energie consommée [KWh]	1.48

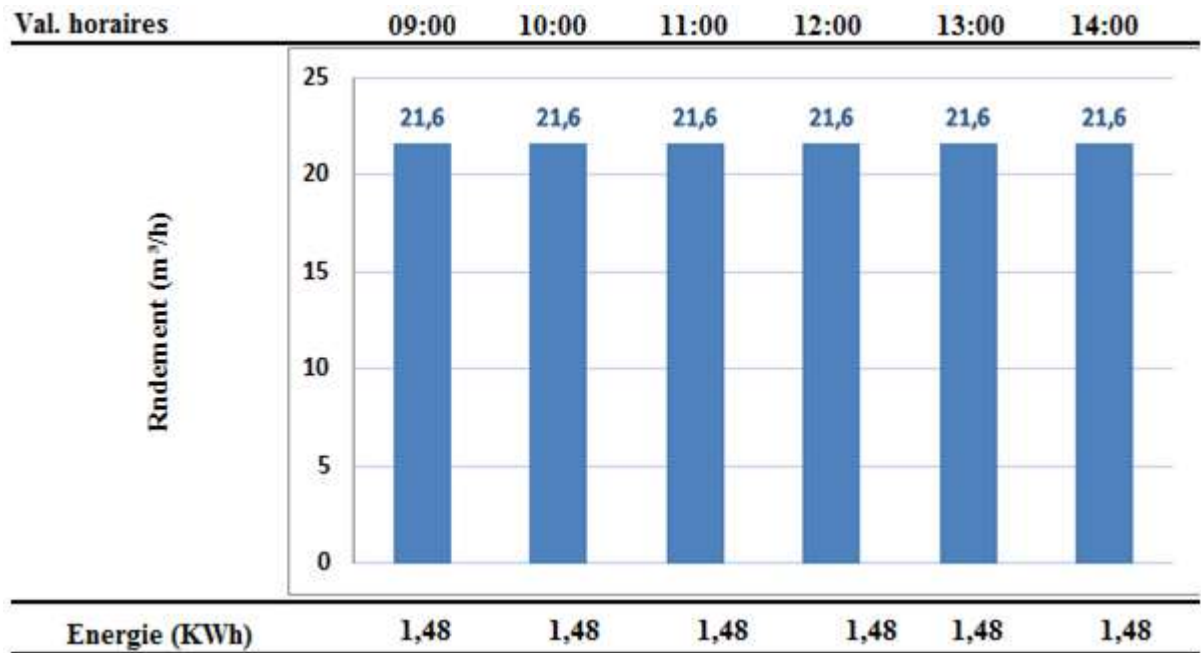


Figure (III.21) : Rendement moyen quotidien par mois.

III -7/-Méthode de calcul

III-7-1/-Calcul du cout total l'investissement total de pompage par le groupe électrogène

Pour l'investissement de pompage alimenté par un groupe électrogène les composants de système sont :

- Le groupe électrogène de 10 KW
- La pompe 3 Chauveau

$$I_{Tot} = C_{Ge} + C_{Pm} + C_{fi} \quad (III.1)$$

Avec :

C_{Ge} , C_{Pm} , C_{fi} : Sont respectivement cout de groupe électrogène, motopompe et frais d'installation (câble+tuyau).

III -7-2/-Calcul du cout de la maintenance annuel

Le cout annuel de maintenance avec le cout de lubrifiant est 50 000.00 DA/an contrat avec le financier pendant la durée de vie.

Donc : $C_m = 50\,000.00$ DA /an.

III -7-3/-Calcul du cout d'exploitation

$$C_d = P * C_{ons/ans} + X * C_{tra} \quad (III.2)$$

C_d : Cout annuel de carburant.

C_{tra} : Cout de transport.

C_{ons} : Consommation.

X : Nombre de baril.

P : Prix de 1 litre de carburant.

Tableau (III.8) : Représenté le cout et la durée de vie de chaque composant.

Equipements	Groupe électrogène	Pompe	Frais d'installation (câble+tuyau)
Prix (DA)	250 000.00	100 000.00	30 000.00
Durée de vie (ans)	10	10	20
Total (DA)	380 000.00		

III-7-4/-Calcul du cout total de l'investissement total de système de pompage photovoltaïque

Le cout de l'investissement total de système est calculé comme suit [6]:

$$I_{Tot} = C_{Pv} + C_{Ond} + C_{Mp} + C_{Ai} \quad (III.3)$$

C_{Pv} : Le cout du générateur PV est calculé par :

$$C_{Pv} = P_M * N_M \quad (III.4)$$

P_M : Prix de panneaux

N_M : Nombre de panneaux.

C_{Ond} , C_{Mp} , C_{Ai} : Sont respectivement cout de l'onduleur, pompe et frais d'installation (câble + tuyau + support).

IV-7-5/-Calcul flux de trésorerie

$$Cf = Pr_{eng} E_p - C_{exp} \quad (III.5)$$

Cf : Flux de trésorerie (Cash flow)

C_{exp} : Cout d'exploitation

E_p : Energie produit

Pr_{eng} : Tarif de 1 KWh est 5.47 DA de la consommation plus de 1000 kWh

III -7-6/-Calcul la durée de récupération

$$DR = \frac{I}{Cf} \quad (III.6)$$

I : L'investissement initial.

Cf : Flux de trésorerie (Cash flow).

III -8/-Bilans annuels**III -8-1/-Groupe électrogène****III -8-1-1/-Le bilan technique et économique de groupe électrogène installé**

Tableau (III.9) : Bilan technique de pompage par groupe électrogène installé.

Consommation carburant par heure [l/h]	2.5
Débit d'eau [m ³ /h]	21.6
Energie fournie [KWh]	2
Energie consommée [KWh]	1.48
Besoin d'eau de 3 hectares par année [m ³ /an]	44280
Nombre de heure de fonctionnement /année [h/an]	2050
La consommation annule de carburant [l/an]	5125
Nombre de baril équivalent	26

Tableau (III.10) : Bilan économique de pompage par groupe électrogène installé.

Prix de 1 litre de carburant [DA]	23.00
Cout annuel de carburant [DA/an]	117 875.00
Cout de transport [DA]	26 000.00
Cout total annuel de carburant [DA/an]	142 875.00
Cout annuel de maintenance [DA/an]	50 000.00
Cout annuel d'exploitation [Da/an]	193 875.00

III -8-1-2/-Flux de trésorerie de groupe électrogène

Tableau (III.11) : Présente flux de trésorerie de pompage par groupe électrogène.

La consommation annuelle de carburant (Baril)	Cout de litre de carburant (DA)	Cout annuel de carburant (DA)	Cout de transport (DA/Baril)
5125 = 26 Baril	23.00	117 875.00	1 000.00
Cout annuel de carburant DA	$23.00 \times 5125 + 26 \times 1\,000.00 = 143\,875.00$		
Cout de maintenance DA	50 000.00		
Cout d'exploitation annuel DA	$50\,000.00 + 143\,875.00 = 193\,875.00$		
L'énergie produit par groupe électrogène [KWh/an]	3034		
Prix d'énergie produit par année en tarif de réseau DA	$3034 \times 5.47 = 19\,887.00$		
Flux de trésorerie DA /an	$19\,887.00 - 193\,875.00 = -176\,279.02$		

Donc : Ce système ne pas rentable économiquement.

III -8-2/-Système photovoltaïque

III -8-2-1/-Le bilan technique et économique de système pompage photovoltaïque

Tableau (III.12) : Bilan technique de système pompage photovoltaïque.

Besoin d'eau de 3 hectares par Année [m ³ /an]	44280
Quantité d'eau collectée par le système PV par année [m ³ /an]	28368
Manque d'eau par Année [m ³ /an]	15912
Taux de cotisation du système PV %	64
Energie consommée [KWh /an]	3478.8

III -8-2-2/-Flux de trésorerie de système pompage photovoltaïque

Tableau (III.13) : Présente flux de trésorerie de système pompage photovoltaïque.

L'énergie produit par système photovoltaïque [KWh/an]	3478.8
Prix d'énergie produit par année en tarif de réseau DA	$3478.8 \times 5.47 = 22\,787.31$
Flux de trésorerie DA /an	22 787.31

III -9/-Évaluation de la performance du système

- L'énergie électrique moyenne produite par les panneaux photovoltaïques pour faire fonctionner la pompe est :
 - 9.66 KWh/jour : Puissance électrique moyenne quotidienne.
 - 3478.8 KWh/an : Puissance électrique produite par année.
- Besoins quotidiens moyens d'eau par année 123 m³/jour. Cela signifie 44280 m³/an.
- La production quotidienne moyenne du système de pompage photovoltaïque est : 78.8 m³/jour. Cela signifie 28368 m³/an.
- Le système de pompage photovoltaïque couvre 64% besoins en eau pour cette ferme.
- Besoins quotidiens moyens pour l'irrigation de cette ferme est : 44.2 m³/jour. Cela signifie 15912 m³/an.
- Cela signifie que 36% des besoins quotidiens en eau d'irrigation ne peuvent pas être extraits du système de pompage photovoltaïque.
- Prenez soin des effets externes du système de pompage photovoltaïque, tels que les nuages et le vent de sable.
- Ainsi que la poussière due de la carrière près de la ferme obscurcit le soleil.

A partir de ces résultats, nous concluons que :

1 / La quantité d'eau obtenue est insuffisante pour couvrir certains mois de l'année.

2 / Ce système est dédié à l'irrigation de moins de 2 hectares, cela nécessite le renforcer.

3 / Le volume du réservoir est inférieur à la quantité d'eau obtenue manque de volume.

Dans le tableau nous remarquons que le groupe électrogène donne le besoin d'eau nécessaire pour une année, avec une très grande consommation annuelle de carburant 5125 [litre /an] (26 baril) qui représente un cout total d'exploitation 193 875.00 DA, Nous avons également remarqué que le système PV est incapable de fournir la quantité nécessaire au cours.

Cela indique que il faut une source d'énergie supplémentaire le besoin pendant toute l'année, l'investissement par un système (hybride) regroupe les deux sources d'énergies, l'énergie solaire et le diésel peut résoudre le problème de l'autonomie.

III -10/- Etude de la faisabilité économique du système de pompage hybride (1^{ier} solution)

Afin de déterminer la faisabilité économique du projet de pompage photovoltaïque, nous l'évaluons en fonction du bénéfice de la réduction du coût d'exploitation de groupe électrogène, et un flux de trésorerie qui produit de la différence entre l'exploitation annuel de

groupe et de l'exploitation annuel hybride (Le groupe électrogène et le photovoltaïque) pour voir la contribution de recouvrement le coût du projet.

Dans cette étude, nous allons compter sur le groupe électrogène Comme un moyen complémentaire Parce que le système de pompage photovoltaïque ne couvre tous les besoins d'eau de cette ferme.



Figure (III.22) : Système hybride (groupe électrogène et énergie photovoltaïques).

Tableau (III.14) : Le cout total de l'investissement total de système pompage photovoltaïque.

N°	Désignation	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1	Panneaux poly cristallin 250 W	10	25 000.00	250 000.00
2	Contrôleur MPPT avec pompe solaire	01	240 000.00	240 000.00
3	Support	01	30 000.00	30 000.00
4	Frais d'installation (câble + tuyau)	01	30 000.00	30 000.00
Total				550 000.00

Les tableaux suivant présent la durée de vie pour chaque élément du système de pompage PV.

Tableau (III.15) : Le tableau suivant présent la durée de vie pour chaque élément du système de pompage PV.

Equipements	Panneaux PV	Pompe + Onduleur	Support	Câble + Tuyau
Durée de vie (an)	20	10	20	20

III -10-1/-Le bilan technique et économique pour premier projet d'un système hybride

Besoin annuel moyen en eau est 44280 (m³) et l'eau moyenne fournie par le système photovoltaïque en une année est 28368 (m³). Consommé une énergie annuelle moyenne de 3478.8 (kWh). Pour couvrir ses 64% besoins annuels de la ferme la quantité moyenne d'eau restante pour couvrir les besoins en eau annuels 15912 (m³). Lorsqu'il est extrait avec un groupe électrogène, la pompe il consomme une énergie 1091 (kWh). Pour couvrir ses 36% besoins annuels d'eau de la ferme la production de cette énergie consomme environ de 1841.66 de gas-oil.

L'énergie totale pour couvrir le besoin annuel moyen en eau est 4569.8 (kWh)

Tableau (III.16) : Le bilan technique et économique pour le système hybride.

Système de pompage PV		Groupe électrogène	
Energie consommée [KWh /an]	3478.8	Energie consommée [KWh /an]	3034
Besoin d'eau de 3 hectares par an [m ³ /an]	44280	Besoin d'eau de 3hectar par an [m ³ /an]	44280
Quantité d'eau collectée par an [m ³ /an]	28368	Quantité d'eau collectée par an [m ³ /an]	15912
Taux de cotisation %	64	Taux de cotisation %	36
		Nombre de heur de fonctionnement /ans [h/an]	736.6
		La consommation annule de carburant [l/an]	1841.6
		Nombre de baril équivalent	9.2
		Prix de 1 litre de carburant [DA]	23.00
		Cout annuel de carburant [DA/an]	42 356.8
		Cout de transport [DA]	10 000.00
		Cout total annuel de carburant [DA/an]	52 356.8
		Cout annuel de maintenance [DA/an]	50 000.00
		Cout annuel d'exploitation [Da/an]	102 356.8
Le cout d'investissement DA	550 000.00	Cout de groupe électrogène	250 000.00
d'investissement total DA	800 000.00		
Flux de trésorerie DA /an	192 875.00 -102 356.8 = 905 18.2		

Cf = Cout annuel d'exploitation 100 % groupe - Cout annuel d'exploitation 36% groupe

Donc :

- La durée de récupération pour le système pompage photovoltaïque est :

$$DR = \frac{550\,000.00}{90\,518.2} = 6 \text{ années, inférieur de 10 ans.}$$

-La durée de récupération pour le groupe électrogène est :

$$DR = \frac{250\,000.00}{90\,518.2} = 2.7 \text{ années, inférieur de 10 ans}$$

-La durée de récupération pour le groupe électrogène et le système pompage photovoltaïque est :

$$DR = \frac{800\,000.00}{90\,518.2} = 8.8 \text{ ans, années, inférieur de 10 ans}$$

Donc : Le projet (système hybride) a une faisabilité technique et économique, donc c'est rentable et acceptable.

L'investissement vers un projet du système hybride peut résoudre le problème du manque du rayonnement solaire et le problème de l'insuffisance de la quantité de l'eau produite, le système hybride c'un système autonome, il profite le maximum de l'énergie solaire pour le convertir en énergie électrique car la source de cette énergie est gratuite, et il utilise le diesel pour composer le manque. En point de vue économique le prix de l'investissement reste au cours élevé, en revanche la politique de l'état est soutien la production de l'énergie électrique à partir les sources fossile le prix réel de revient d'un kilowatt heures est à l'environ de 18 DA. Cela a influé sur la durée de récupération de l'investissement d'un projet renouvelable, en réalité si on compte le prix réel de revient d'un kilowatt heures, on constate que les panneaux photovoltaïque, c'est un système économique et compétitif même dans les régions où il y a le réseau l'électrique.

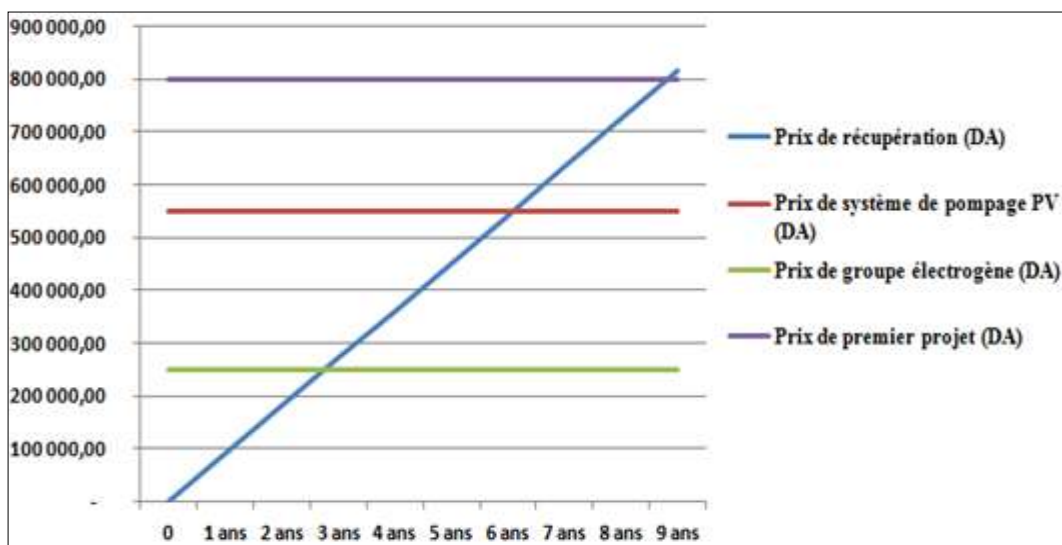


Figure (III.23) : Durée de récupération de Système hybride

Commenter les résultats :

À partir de flux de trésorerie du système hybride et le prix des éléments du système (groupe électrogène, système PV...), La durée de récupération de chaque composant était l'intersection entre le flux de trésorerie et le prix du composant.

La durée de récupération du système hybride (8.8 ans), Comme ils étaient la durée de récupération de groupe électrogène (2.7 années) et la durée de récupération de système pompage photovoltaïque (6 années).

III -11/-L'optimisation de système de pompage photovoltaïque

Toutes ces données et résultats nous obligent à fournir les solutions techniques permettant d'augmenter les performances du système au coût le plus bas possible et .Afin de réduire la consommation de carburant.

III-12/-Etude de la faisabilité économique du système de pompage hybride avec l'augmentation du stockage d'eau (2^{ème} solution)

Comme mentionné précédemment, le système de pompage photovoltaïque dans cette ferme couvre 64% de besoin d'eau et le réservoir actuel n'est pas suffisant pour stocker toute l'eau produite en dehors des périodes d'irrigation en raison du fonctionnement du système pendant la présence du soleil seulement il en résulte des quantités d'eau en excès pendant cette période du mois. Nous avons également remarqué que le changement du niveau de refoulement de la pompe à la surface de la terre augmente le débit de l'eau à 41%.



Figure (III.24) : Description de l'expérience.

Pour cela, nous proposons de créer un réservoir au niveau de la surface du sol de superficie 100 m^3 (réservoir de stockage), pour recevoir le maximum du volume d'eau, puis transférer l'eau du réservoir de surface vers le réservoir d'irrigation. Ce dernier, est alimenté par une pompe de surface pour le remplir.



Figure (III.25) : La description de nouvelle installation

III -12-1/-Résultats expérimentaux

Tableau (III.17) : Résultat du système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.

Quantité d'eau collectée par ans [m^3/an]	44280
Quantité collectée par le système PV amélioré par Année [m^3/an]	39996
Manque d'eau [m^3/an]	4284
Nombre d'heur de fonctionnement de groupe	198.3
La consommation annule de carburant [l/an]	496
Taux de cotisation du système %	90

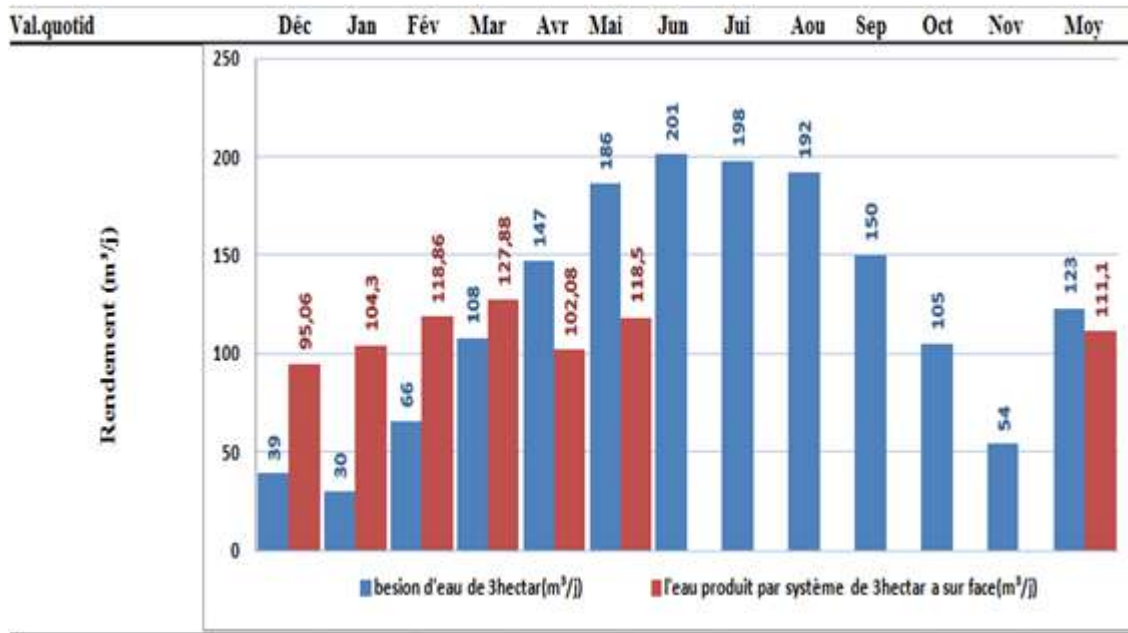


Figure (III.26): L'eau collectée par système hybride améliorée

III -12-2/-Évaluation de la performance du système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage

- L'énergie électrique moyenne produite par les panneaux photovoltaïques pour faire fonctionner la pompe est :
 - 9.66 KWh/jour : Puissance électrique moyenne quotidienne
 - 3478.8 KWh/an : Puissance électrique produite par an
- Besoins quotidiens moyens d'eau par an 123 m³/jour. Cela signifie que 44280 m³/an.
- La production quotidienne moyenne du système de pompage photovoltaïque est 111.1 m³/jour. Cela indique que le manque est de 39996 m³/an.
- Le système de pompage photovoltaïque couvre 90% besoins en eau pour cette ferme
- Cela signifie que 10% sera le besoins quotidiens en eau d'irrigation.

Avec la même quantité d'énergie, assez d'eau a été produite pour couvrir 90% des besoins annuels en eau la formule suivante explique ces résultats :

$$P_c = \frac{2.725 \times V \times HMT}{Ej \times \eta} \tag{II.3}$$

P_c, Ej, η : Tous ces éléments sont constants pour la formule dans la calcul de la puissance crête nécessaire.

Les seules variables de l'équation (II.3) sont HMTet V

Remarque : La motopompe de surface entre le deux réservoir transfère 60 m³/h est consomme environnement de 0.9 (l) de carburant.



Figure (III.27) : Motopompe de surface.

III -12-3/-Le bilan technique et économique pour le système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage

L'eau moyenne fournie par le système photovoltaïque par nouvelle déposition de réservoir en une année est 39996 (m³) consomme annuelle est de 3478.8 (kWh) Pour couvrir ses 90% de besoins annuels de la ferme la quantité moyenne d'eau restante pour couvrir les besoins en eau annuels de 4284 (m³)

Tableau (III.18) : Le bilan technique et économique pour le système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage.

Système de pompage PV amélioré		Groupe électrogène	
Energie consommée [KWh /an]	3478.8	Energie consommée [KWh /an]	3034
Besoin d'eau de 3 hectares par année [m ³ /an]	44280	Besoin d'eau de 3 hectares par ans [m ³ /an]	44280
Quantité d'eau collectée par année [m ³ /an]	39996	Quantité d'eau collectée par ans [m ³ /an]	4284
Taux de cotisation du système %	90	Taux de cotisation du système %	10
		Nombre de heur de fonctionnement /ans [h/an]	198.3
		La consommation annuelle de carburant [l/an]	496
		Nombre de baril équivalent	2.48
		Prix de 1 litre de carburant [DA]	23.00
		Cout annuel de carburant [DA/an]	11 408.00
		Cout de transport [DA]	3 000.00
		Cout total annuel de carburant [DA/an]	144 088.00
		Cout annuel de maintenance [DA/an]	50 000.00
Le cout de réservoir	300 000.00	Cout annuel d'exploitation [Da/an]	64 408.00
		Revenus financiers [DA/an]	128 467.00
Le cout d'investissement DA	550 000.00	Cout de groupe électrogène	250 000.00
d'investissement total DA	1 100 000.00		
Flux de trésorerie DA /an	192 875.00 – 64 408.00 = 128 467.00		

Cf = Cout annuel d'exploitation 100 % groupe - Cout annuel d'exploitation 10% g

Donc

-La durée de récupération pour le système pompage photovoltaïque est

$$DR = \frac{550\,000.00}{128\,467.00} = 4.2 \text{ années, inférieur de 10 ans}$$

Donc ce projet elle est rentable

- La durée de récupération pour le groupe électrogène est

$$DR = \frac{250\,000.00}{128\,467.00} = 2 \text{ années, inférieur de 10 ans}$$

- La durée de récupération pour le réservoir au niveau de la surface est

$$DR = \frac{300\,000.00}{128\,467.00} = 2.3 \text{ années, inférieur de 10 ans}$$

-La durée de récupération pour le groupe électrogène et le système pompage photovoltaïque et réservoir est

$$DR = \frac{1\,100\,000.00}{128\,467.00} = 8.5 \text{ ans, année, inférieur de 10 ans}$$

Donc ce système (hybride) avec un réservoir au niveau de la surface est plus rentable. Lorsqu'il est extrait avec un groupe électrogène, il consomme une énergie 293.4 (kWh). Pour couvrir ses 10% de besoins annuels d'eau de la ferme la production de cette énergie consomme environ de 496 (l) de gas-oil. L'énergie totale pour couvrir le besoin annuel moyen en eau est 3772.2 (kWh).

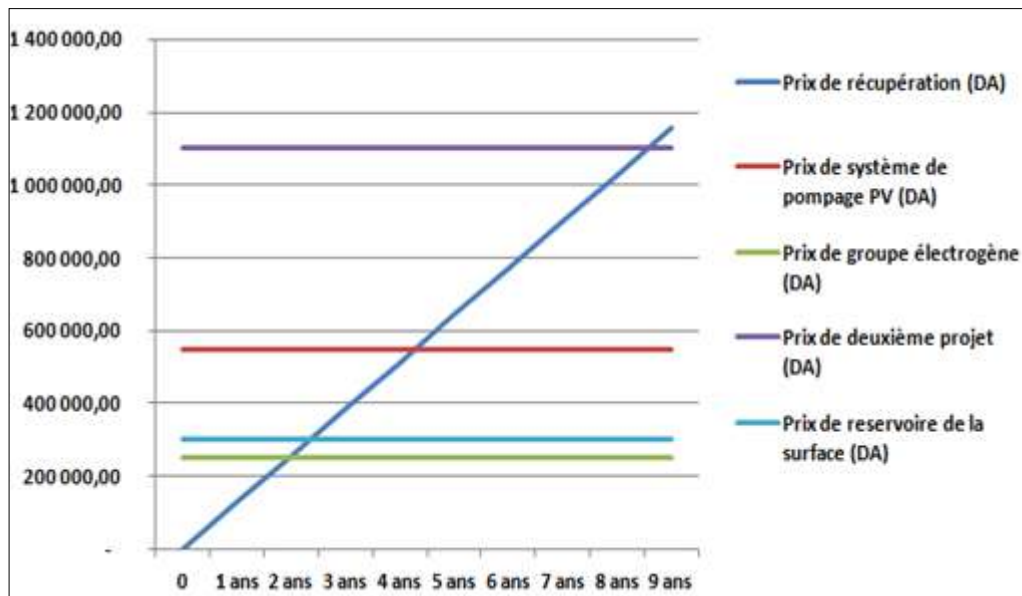


Figure (III.28) : Durée de récupération de Système hybride améliorée

Commenter les résultats :

À partir de flux de trésorerie du système hybride amélioré et le prix des éléments du système (groupe électrogène, système PV, géo- membrane ...), La durée de récupération de chaque composant était l'intersection entre le flux de trésorerie et le prix du composant.

La durée de récupération du système hybride (8.5 ans), Comme ils étaient la durée de récupération de groupe électrogène (2 années), la durée de récupération de système pompage photovoltaïque (4.2 années) et la durée de récupération de géo- membrane (2.3 années).

III-12-4/-La faisabilité d'un système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage

D'après le système hybride d'alimentation électrique de la pompe avec augmentation capacité de stockage :

- Extraction maximale de système pompage photovoltaïque de ce ferme en gagnant 11628 (m³) d'eau a partir de la même énergie.
- Maintenir la quantité d'eau produite par le système et l'utiliser dans la période d'irrigation appropriée
- Préserver l'environnement en réduisant la consommation de carburant.
- Ce qui a contribué à réduire la consommation de carburant de 1841 litres à 496 litres au cours de l'année.

III -13/-Quantité du carburant consommée par les trois systèmes étudiés

Le graphe ci-après présente les quantités du carburant consommées pour les trois systèmes étudiés à savoir :

- Système de pompage avec groupe électrogène pure dont la quantité du carburant atteint 5125 litre par an.
- Système de pompage hybride (groupe électrogène + solaire) dont la quantité consommée du carburant par le groupe électrogène atteint 1841.6 litre par an.
- Système de pompage hybride équipé par un deuxième bassin du stockage d'eau en plastique (hybride amélioré) dont la quantité consommée du carburant par le groupe électrogène atteint seulement 496 litre par an.

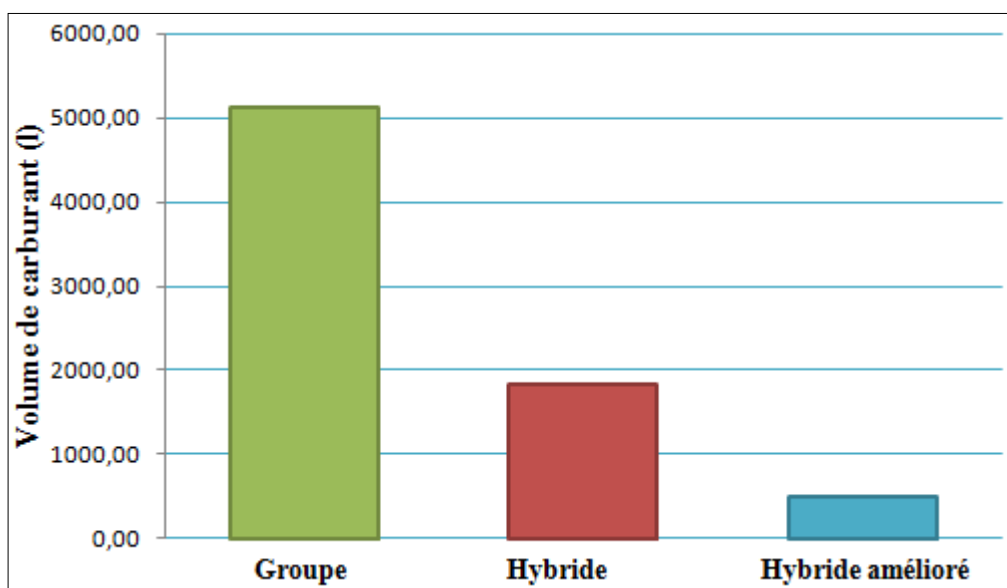


Figure (III.29) : Quantité du carburant consommée

III -14/-La technologie SmartStart système asservie

La proposition Pour exploiter le maximum pour le système de pompage photovoltaïque et réduire la consommation de carburant dans le système d'énergie hybride. [16]

- Le pompage hybride intelligent **Smart Start** : C'est la combinaison et gestion de différent sources d'énergie pour optimiser les couts et les performances.

Les avantages :

- Intention d'utiliser l'énergie solaire la plupart du temps et de recourir aux sources d'énergie alternatives pendant les périodes de pointe, en cas d'urgence ou pour maintenir les procédés en marche.
- Le mélange des énergies et l'activation / désactivation automatique signifie que toute l'énergie solaire est utilisée et est complétée par le réseau ou le générateur.
- Les couts d'exploitation du diesel et du réseau électrique sont ainsi réduits.

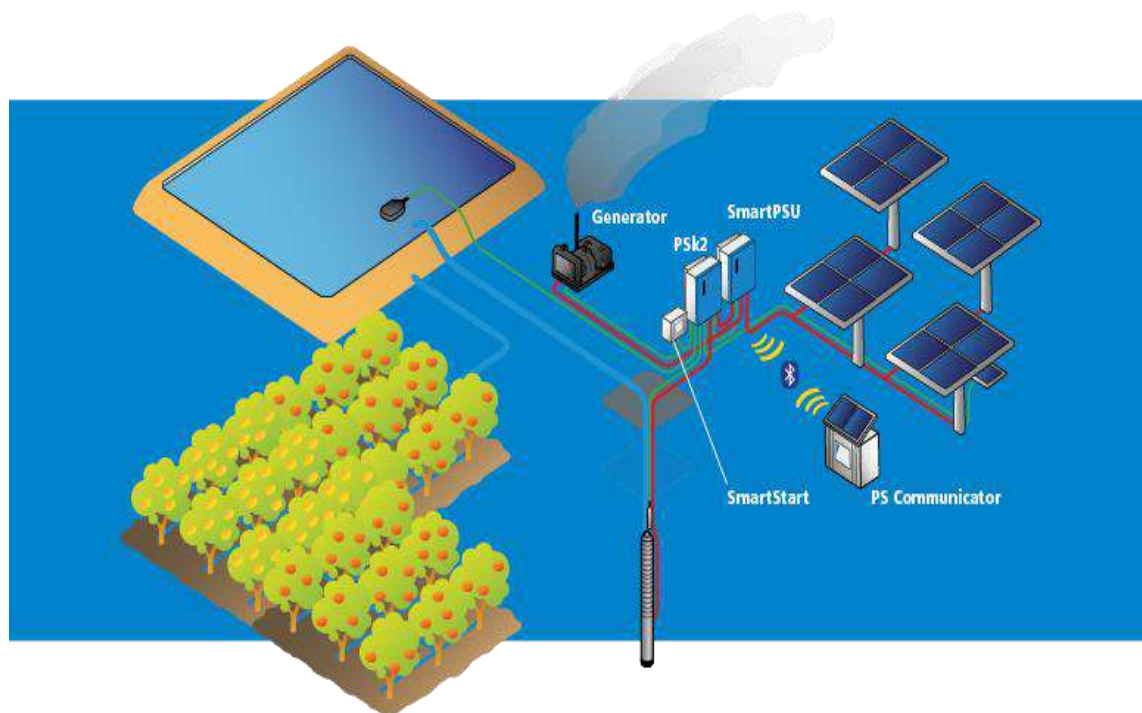


Figure (III.30) : La technologie SmartStart système asservie [16]

III -15/-Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude technique détaillée du système de pompage photovoltaïque était équipé d'une ferme de trois hectares plantés de palmiers situés dans les environs de M'hiriza au sud de la ville de Ouargla, ce périmètre est isolé du réseau électrique. Après l'analyse technique complète de tous les éléments du système de pompage, nous avons conclu que ce système ne suffisait pas à couvrir tous les besoins en eau de la ferme en raison de la présence de l'ensoleillement, de la nature de la zone sèche et de la chaleur élevée qui affectent la rentabilité du système.

Dans ce chapitre, nous avons également mené une étude technoéconomique basée sur le groupe électrogène (diesel) comme source d'énergie électrique pour alimenter la même pompe. Après analyse des résultats, nous avons conclu que le générateur est techniquement efficace mais économiquement très coûteux (gasoil et coûts de maintenance).

Dans cette étude, nous avons également adopté l'hybridation de l'énergie en couplant le générateur et le système photovoltaïque comme source d'énergie électrique pour alimenter la pompe, pour répondre aux besoins de la ferme avec l'amélioration de la performance du système de pompage photovoltaïque à travers un réservoir de surface (géo- membrane)pour contenir autant de l'eau produite par le système de pompage photovoltaïque. Pour réduire le besoin de groupe électrogène en tant que source d'énergie électrique. Coût de fonctionnement élevé (diesel et maintenance) et découpe dans le four pollution de l'environnement causée par la combustion du diesel. Les résultats de cette étude ont été la contribution du système de pompage photovoltaïque à 64% des besoins quotidiens de la ferme et minimiser la facture d'exploitation du groupe électrogène et récupération des frais financiers des éléments du système en moins de la durée de vie.

Dans cette étude, des solutions techniques ont été proposées pour améliorer le rendement du système de pompage photovoltaïque et réduire la consommation de carburant, c'est-à-dire exploiter la hauteur du réservoir pour augmenter le rendement en construisant un réservoir au sol. D'après les mesures, on s'attend à ce que le système augmente la contribution à 90%

Dans ce dernier cas, la contribution du système PV a été très efficace par rapport au groupe électrogène, malgré le carburant soutien par l'état.

Cette étude montre que l'avenir de l'énergie solaire dans la décomposition de l'isolement du périmètre agricole est très important et spécial s'il est soutenu par le soutien de l'état.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a été réalisé pour étudier la contribution technique et économique du système pompage photovoltaïque au développement des zones agricoles isolées du réseau électrique dans la wilaya d'Ouargla et l'ampleur de son financement par l'eau d'irrigation.

Nous pouvons justifier un grand intérêt dans le pompage de l'eau solaire :

Le prix d'achèvement de la station de pompage photovoltaïque, qui diminue continuellement par rapport aux années précédentes ;

Le pompage photovoltaïque dépend de son exploitation l'énergie solaire est disponible gratuitement, propre et renouvelable;

Le coût élevé de l'exploitation de groupe électrogène surtout après l'augmentation progressive des subventions de l'état pour le carburant.

Il n'y a pas de faisabilité économique de raccorder le réseau électrique aux zones agricoles isolées par rapport à la consommation et au coût élevé de l'approvisionnement en électricité, en particulier avec la politique fiscale adoptée par l'état pour rationaliser les dépenses publiques.

Le problème le plus intéressant pour cette étude est la très faible couverture des périmètres agricoles dans wilaya de Ouargla au réseau électrique, comparée au nombre de périmètre océans agricoles distribués ce qui a limité le développement agricole en les rendant isolés et inexploités.

Le coût élevé de l'exploitation du groupe électrogène pour pomper l'eau (irrigation) à ces fermes environ 26 barils de Diésel par an, le Dépendance totale en carburant dans le pompage de l'eau d'irrigation, où nous avons constaté que le coût annuel de fonctionnement du groupe électrogène est de 192 875,00 DA En calculant (diesel, l'entretien et le transport).

L'incapacité du système de pompage photovoltaïque à répondre à tous les besoins en eau de la ferme n'est que de 64% des besoins de la ferme, contribution efficace du système de pompage photovoltaïque.

Hybridation entre le générateur et PV pour pomper de l'eau pour cette ferme. Peut réduire le coût d'exploitation (carburant, maintenance et transport) 102 356.8 DA et le volume de l'eau pompé satisfait pour irriguer cette ferme, avec une marge bénéficiaire comparative basée uniquement sur le pompage par groupe électrogène dans l'irrigation.

Hybridation entre le générateur et PV pour pomper de l'eau pour cette ferme avec un réservoir (géo- membrane). Peut réduire le coût d'exploitation (carburant, maintenance et transport) 64 408.00DA. Contribution efficace du système de pompage photovoltaïque de cette Hybridation 10% des besoins de la ferme.

Il est avantageux pour l'agriculteur de rembourser les frais de composant de système (groupe électrogène, le système de pompage photovoltaïque et géo- membrane) avant la durée de vie de ce projet.

Enfin, il s'avère que la technique d'hybridation est la meilleure pour la zone isolée en point de vue technoéconomique. Mais l'hybridation entre les deux techniques de pompage d'eau n'est pas la solution parfaite pour le cas où il y a la possibilité d'avoir un branchement électrique (site a la couverture du réseau électrique) l'agriculteur toujours veut le prix le moins chère, c'est le cas du prix soutier par l'état du réseau électrique, en plus l'investissement au projet des énergies renouvelables par l'agriculteur il n'est pas soutenu, cela met le prix de revient d'un kilowatt heures moins compétitif.

Si l'état est pris en charge par le soutien du kilowatt-heures renouvelable comme celui de l'énergie fossile, l'énergie renouvelable devenue plus compétitif il sera l'un des facteurs de développement les plus importants dans toutes l'Algérie.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Direction des Services Agricoles de la wilaya d’Ouargla (DSA).
- [2] «Programme des énergies renouvelables et de l’efficacité énergétique», Edition 2011, Ministère de l’Energie et des Mines.
- [3] Mohamed Lakhdar LOUAZENE, « Contribution à l’optimisation des systèmes photovoltaïques utilisés pour l’irrigation dans les zones Sahariennes–Application zone d’Ouargla», Thèse de doctorat d’université El Hadj Lakhdar – Batna- 2015.
- [4] Rachid CHENNI, «Etude technico-économique d’un système de pompage photovoltaïque dans un village solaire», Thèse de doctorat d’université Mentouri – Constantine - 2007.
- [5] Narimene DEBILI, «Etude et optimisation en environnement Matlab/Simulink d’un système de pompage Photovoltaïque», Thèse de Magister d’université Constantine 1 - 2014/2015.
- [6] Mohamed Lakhdar LOUAZENE, « Etude technico-économique d’un système de pompage photovoltaïque sur le site de Ouargla », Thèse de Magister d’université El Hadj Lakhdar – Batna 2008.
- [7] Mohammed Larbi DEGLA et Bachir BEN AHMED, «Dimensionnement d’un Système de Pompage Photovoltaïque», Mémoire de Master Professionnel d’université Kasdi Merbah –Ouargla -2017.
- [8] Boutera M^{ed} EL-Habib, Korichi AbdelHak, Daoui Ishak «l’étude technique de système de pompage photovoltaïque dans la cuvette de Ouargla » mémoire licence en génie mécanique 2016.
- [9] Site de ministère de l’énergie ; <http://www.energy.gov.dz> (Consulté en avril 2018).
- [10] Fella trade « le pompe solaire » ; www.fellah-trade.com.
- [11] Mansour NIANG & Souleymane DIOP : «Les pompe solaires ; Dimensionnement d’une station de pompage en zone maraîcher» Institut Supérieur de Technologie Industrielle - DIT Electrotechnique- Electromécanique-Froid et Climatisation- 2008.
- [12] Systèmes solaires «Technologies européennes du pompage solaire photovoltaïque» www.energies-renouvelables.org
- [13] Sayah ZIDI et Med Lassaad MAZOUZI, «Etude de défaillance d’une pompe à eau centrifuge de type GUINARD HP», Master d’université Kasdi Merbah –Ouargla - 2016.
- [14] Saliha AOUIFI, «Modélisation et commande d’un système de pompage photovoltaïque», Thèse de Magister de université Farhat Abbas - Setif- 2014.
- [15] Fichier PDF: « pompes centrifuges» ; <http://www.almohandiss.com>.
- [16] Lorentz, «PSK2 ; La solution de pompage d’eau solaire complète, portée par la technologie hybride SmartSolution », www.lorentz.de.
- [17] A. Hadj Arab, M. Benghanem et A. Gharbi« Dimensionnement de Systèmes de Pompage Photovoltaïque» Renewable Energy, Vol. 8 (2005)
- [18] BE Alliance Soleil, «Principe de dimensionnement et étude de cas pompage au fil du soleil», www.alliancesoleil.com.

- [19] BESTH, «Equipment 15/(20) puits de parcours par l'énergie solaire dans la région d'Ouargla» Conservation des Fôrets de la wilaya d'Ouargla -2015.
- [20] Lary LIGRING, «Etude pour la mise en place du système de pompage solaire d'un champ de neuf hectare pour une irrigation goutte a goutte a Seheba au Tchad», Mémoire de Master d'Institut International d'Ingénierie Ouagadougou 01 - Burkina Faso 2011/2012.
- [21] الدكتور متولي السيد متولي والدكتور عبد المنعم أحمد التهامي، «دراسة جدوى المشروعات»، مكتبة عين شمس- 44 شارع القصر العيني 1995.
- [22] الدكتور سعيد عبد العزيز عثمان، «دراسات جدوى المشروعات (بين النظرية والتطبيق)»، كلية التجارة - جامعة الاسكندرية، 1993.
- [23] Dr. Benjamin Lorent, «Théorie Financière», Solvay Brussels School of Economics and Management; www.solvay.edu.
- [24] بن مسعود نصر الدين، «دراسة وتقييم المشاريع الاستثمارية على دراسة حالة شركة الاسمنت ببني صاف S.C.I.B.S»، مذكرة ماجيستر، جامعة تلمسان 2010.
- [25] Jonathan BERK et Biter DEMARZO, «Finance d'entreprise»; nouvelle Horizons.
- [26] Shakti Solar Pumps, «Solar Submersible Pumps & Motors Solar Monoblock Pumps», www.Shaktipumps.com.
- [27] FRISOL, «Module photovoltaïque»; <http://www.frisol.com>.
- [28] Portaflow x, «Portable type ultrasonic flowmeter», Fuji Electric Systems, Japan. <http://www.fic-net.jp/eng>.

ANNEXE

Annexe -A-
Journée type du mois de décembre 2017

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
3500	233,333333	3,888888889	202	284	6,2	44,9	15,4	747	10:15
3780	252	4,2	195	294	6,4	46,5	15,3	786	10:30
3937,5	262,5	4,375	198	287	6,5	47,2	17,5	819	10:45
3937,5	262,5	4,375	208	299	6,6	47,35	17,1	848	11:00
3566,037736	237,735849	3,962264151	211	307	6,4	46,5	19	884	11:15
3375	225	3,75	215	307	6,4	46,6	19	911	11:30
3258,62069	217,241379	3,620689655	218	307	6,4	46,78	19,1	940	11:45
3375	225	3,75	222	307	6,5	47,2	18,6	970	12:00
3258,62069	217,241379	3,620689655	222	307	6,4	47,2	18,7	980	12:15
3258,62069	217,241379	3,620689655	227	307	6,5	47,2	19,4	990	12:30
3150	210	3,5	229	307	6,5	47,58	22	1035	12:45
3937,5	262,5	4,375	214	284	7	49,7	21,7	1000	13:00
3634,615385	242,307692	4,038461538	212	285	6,8	49	20,7	920	13:15
3500	233,333333	3,888888889	212	287	6,7	49,1	20,6	927	13:30
3500	233,333333	3,888888889	208	292	6,6	48,2	21,4	900	13:45
3500	233,333333	3,888888889	213	291	6,6	47,6	19,9	875	14:00
3048,387097	203,225806	3,387096774	212	292	6,5	47,5	20,9	850	14:15
2625	175	2,916666667	212	296	6,3	46,4	19,2	810	14:30
2197,674419	146,511628	2,441860465	211	300	6,2	45,5	20,8	765	14:45
1687,5	112,5	1,875	210	295	6	44,7	20,8	720	15:00
1369,565217	91,3043478	1,52173913	207	300	5,8	43,6	23,1	670	15:15

Journée type du mois de janvier 2018

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
3048,387097	203,225806	3,387096774	232	296	6	45	16	740	10:15
3258,62069	217,241379	3,620689655	233	295	6,2	45,7	16,2	754	10:30
3375	225	3,75	234	295	6,3	46,6	17	790	10:45
3634,615385	242,307692	4,038461538	240	307	6,4	47,3	18,2	855	11:00
3780	252	4,2	240	304	6,5	47,5	19,5	880	11:15
3634,615385	242,307692	4,038461538	240	300	6,6	48	20	870	11:30
3780	252	4,2	240	302	6,7	48,5	20	900	11:45
3780	252	4,2	238	295	6,7	49	21	820	12:00
3500	233,333333	3,888888889	240	300	6,6	49	21	934	12:15
3780	252	4,2	237	295	6,8	49,2	21,3	930	12:30
3780	252	4,2	237	295	6,8	49,3	23	930	12:45
3780	252	4,2	237	295	6,8	49,4	23	950	13:00
3634,615385	242,307692	4,038461538	237	292	6,6	48	22	900	13:15
3528	235,2	3,92	234	295	6,2	46,5	22,7	800	13:30
3375	225	3,75	229	318	6,5	47,7	20,1	980	13:45
3150	210	3,5	227	318	6,4	47,6	19,5	965	14:00
2953,125	196,875	3,28125	226	318	6,4	47,38	18,5	950	14:15
2700	180	3	222	318	6,1	46,33	19,9	899	14:30
2423,076923	161,538462	2,692307692	219	317	6,1	46,1	19	848	14:45
2362,5	157,5	2,625	218	317	6	45,68	18,4	816	15:00
2010,638298	134,042553	2,234042553	214	317	5,8	44,78	18,7	766	15:15
1750	116,666667	1,944444444	209	317	5,7	43,85	18,6	717	15:30
1166,666667	77,7777778	1,296296296	205	318	5,5	42,85	19,4	665	15:45
774,5901639	51,6393443	0,860655738	200	318	5,4	42,04	18,8	632	15:55
609,6774194	40,6451613	0,677419355	197	318	5,2	41,36	18,7	595	16:00
340,5405405	22,7027027	0,378378378	195	317	5,2	40,5	18,7	572	16:07
0	0	0	140	341	4,5	29,2	19,2	530	16:15

Journée type du mois de février 2018

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
570	114	1,9	190	314	5,2	40	13,4	624	09:30
630	126	2,1	193	314	5,4	41,2	13,7	658	09:35
609	121,8	2,03	192	314	5,4	42,2	13,7	677	09:40
810	162	2,7	195	314	5,5	43,1	13,9	693	09:45
1023	204,6	3,41	199	315	5,7	43,7	14,5	720	09:50
1164	232,8	3,88	207	314	5,7	44,1	14,9	737	09:55
1215,9	243,18	4,053	212	314	5,8	44,2	15,5	744	10:00
1032	206,4	3,44	213	314	5,9	44,3	14,8	760	10:05
1140	228	3,8	214	314	6	44,5	15,1	760	10:10
1290	258	4,3	219	314	6,1	45,5	12,6	765	10:15
1320	264	4,4	220	313	6,2	46,01	14,4	802	10:20
1260	252	4,2	220	313	6,2	46,05	13,4	826	10:25
1260	252	4,2	220	314	6,2	46,02	15,4	838	10:30
1200	240	4	218	314	6	45,3	16	824	10:35
1200	240	4	218	313	6	45,63	16	860	10:40
1230	246	4,1	217	314	6	45,51	15,8	887	10:45
1050	210	3,5	215	314	5,7	45,03	15,4	760	10:50
1080	216	3,6	217	314	6	45,3	16	860	10:55
1110	222	3,7	218	314	6	45	15,2	880	11:00
1020	204	3,4	217	314	5,8	45	18,2	860	11:05
1260	252	4,2	218	314	6,3	46,3	16,8	880	11:10
1290	258	4,3	222	314	6,3	46,7	16,5	940	11:15
1050	210	3,5	218	322	5,8	46,03	18,8	945	11:20
1110	222	3,7	218	322	5,8	46,01	16,7	950	11:25
1170	234	3,9	219	322	5,7	45,93	16,5	969	11:30
1230	246	4,1	217	322	5,7	45,8	18	960	11:35
1200	240	4	219	322	5,7	45,75	17,7	992	11:40
1260	252	4,2	220	322	5,7	46,7	16,8	998	11:45

1260	252	4,2	218	322	5,7	46,95	17	1000	11:50
1230	246	4,1	218	322	5,7	46,06	16,8	1005	11:55
1260	252	4,2	219	322	5,8	45,89	17,4	1014	12:00
1230	246	4,1	218	321	5,8	45,7	18,6	1000	12:05
1290	258	4,3	219	322	5,9	46,1	18,6	1015	12:10
1260	252	4,2	220	322	5,9	46,29	17,7	1019	12:15
1290	258	4,3	221	322	5,8	46,17	17	1022	12:20
1290	258	4,3	221	322	5,8	46,3	17,7	1030	12:25
1290	258	4,3	219	322	5,8	46,07	17,7	1026	12:30
1260	252	4,2	218	322	5,9	46,2	17,9	1026	12:35
1320	264	4,4	222	322	5,9	46,19	17,5	1030	12:40
1290	258	4,3	218	322	5,9	46,07	18,8	1022	12:45
1230	246	4,1	218	322	6	45,19	18,9	1018	12:50
1200	240	4	218	322	6	45,4	18,5	1026	12:55
1170	234	3,9	219	321	5,8	45,66	18,1	990	13:00
1230	246	4,1	218	322	5,9	45,25	18,7	1001	13:05
1200	240	4	218	322	5,9	45,31	18,3	1018	13:10
1230	246	4,1	218	321	6	45,6	18,4	1015	13:15
1200	240	4	217	322	5,9	45,22	18,3	996	13:20
1140	228	3,8	217	322	5,9	45,02	18,3	994	13:25
1140	228	3,8	218	322	5,9	44,9	18,5	990	13:30
1140	228	3,8	217	322	5,9	44,8	18,6	990	13:35
1110	222	3,7	216	322	5,9	45	18,1	987	13:40
1140	228	3,8	216	322	5,9	44,68	19	987	13:45
1110	222	3,7	215	321	5,8	44,58	19,1	983	13:50
1110	222	3,7	215	322	5,9	44,83	18,2	975	13:55
1080	216	3,6	215	325	5,7	44,63	18,9	964	14:00
1020	204	3,4	215	325	5,7	44,72	19,4	945	14:05
1020	204	3,4	214	325	5,5	42	19,4	938	14:10
990	198	3,3	214	326	5,6	42,8	19,2	929	14:15
990	198	3,3	215	334	5,6	44,6	20,1	918	14:20
960	192	3,2	214	334	5,5	44,22	21,9	909	14:25
960	192	3,2	214	334	5,4	44,51	19,4	890	14:30

930	186	3,1	214	334	5,4	44,21	19,7	888	14:35
960	192	3,2	213	335	5,3	44,12	21	880	14:40
930	186	3,1	213	334	5,3	43,88	19,4	863	14:45
930	186	3,1	212	335	5,3	44,02	19,1	853	14:50
930	186	3,1	211	335	5,2	43,89	18,7	838	14:55
900	180	3	212	335	5,1	44	19	827	15:00
900	180	3	209	335	5,2	43,76	18,9	811	15:05
900	180	3	208	334	5,2	43,93	19,1	797	15:10
870	174	2,9	209	335	5,1	43,7	20	772	15:15
840	168	2,8	207	335	5,1	43,52	21	737	15:20
870	174	2,9	205	334	5	43,46	19,3	740	15:25
780	156	2,6	206	334	5	42,92	20,3	726	15:30
750	150	2,5	205	334	5	43,18	20,4	700	15:35
690	138	2,3	203	328	4,8	42,77	20,7	691	15:40
615	123	2,05	202	330	4,9	42,55	20,5	674	15:45
540	108	1,8	200	323	4,8	42,28	20,2	657	15:50
489	97,8	1,63	197	319	4,7	42,06	19	632	15:55
372	74,4	1,24	199	315	4,7	41,66	19,1	604	16:00
315	63	1,05	195	314	4,6	41,23	18,8	593	16:05
279	55,8	0,93	189	308	4,5	40,99	18,5	580	16:10
0	0	0	145	311	4,2	39,8	18,6	553	16:15

Journée type du mois de mars 2018

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
1041	208,2	3,47	199	305	5,4	41,12	23,3	573	09:10
1080	216	3,6	200	305	5,4	41,6	23,4	598	09:15
756	151,2	2,52	201	305	5,5	41,97	23,4	623	09:20
951	190,2	3,17	202	305	5,5	42,12	24,1	638	09:25
930	186	3,1	205	305	5,6	42,66	24,5	667	09:30
828	165,6	2,76	206	305	5,6	42,84	24,6	684	09:35
873	174,6	2,91	206	305	5,7	43	25,1	707	09:40
894	178,8	2,98	210	305	5,7	43,69	25,1	736	09:45
909	181,8	3,03	210	305	5,7	43,8	25,5	747	09:50
930	186	3,1	212	305	5,9	44,22	25,1	771	09:55
927	185,4	3,09	213	305	5,9	44,4	25,1	780	10:00
933	186,6	3,11	212	305	5,9	44,52	25,5	787	10:05
999	199,8	3,33	209	309	5,7	43,56	26,2	811	10:10
960	192	3,2	210	309	5,7	43,63	26,3	823	10:15
903	180,6	3,01	210	309	5,7	43,54	27,7	833	10:20
783	156,6	2,61	206	315	5,2	43,42	26,7	849	10:25
726	145,2	2,42	205	309	5,6	42,77	28,2	866	10:30
618	123,6	2,06	206	309	5,6	42,85	26,9	878	10:35
966	193,2	3,22	209	309	5,7	43,44	27,9	899	10:40
1080	216	3,6	214	309	6	44,6	28,6	918	10:45
1020	204	3,4	213	309	5,7	44,5	29	922	10:50
960	192	3,2	213	309	5,7	44,1	29	930	10:55
942	188,4	3,14	212	309	5,7	44,04	29,1	939	11:00
924	184,8	3,08	214	309	5,8	43,92	29,6	950	11:05
930	186	3,1	214	309	5,8	44,01	29,6	959	11:10
933	186,6	3,11	214	309	5,8	44,19	29,8	971	11:15
942	188,4	3,14	213	305	5,8	44,23	30,1	981	11:20
1017	203,4	3,39	214	309	5,8	44,41	30,2	993	11:25
1086	217,2	3,62	214	309	5,9	44,56	30,6	1000	11:30

981	196,2	3,27	214	309	5,8	44,41	31,2	1005	11:35
1080	216	3,6	214	309	5,9	44,54	30	1015	11:40
1332	266,4	4,44	214	311	6,1	44,62	30	1019	11:45
1368	273,6	4,56	215	319	6,3	44,65	30,2	1023	11:50
1419	283,8	4,73	213	324	6,5	44,71	30,3	1029	11:55
1434	286,8	4,78	214	330	6,5	44,73	30,5	1034	12:00
1506	301,2	5,02	213	333	6,7	44,88	30,6	1039	12:05
1632	326,4	5,44	213	338	6,9	44,96	30,6	1042	12:10
1740	348	5,8	213	340	7	50	32,8	1044	12:15
1710	342	5,7	217	281	7	50	32,3	1050	12:20
1680	336	5,6	215	279	7	50	33	1048	12:25
1590	318	5,3	215	280	6,9	50	33	1045	12:30
1620	324	5,4	218	280	6,9	50	33,4	1050	12:35
1590	318	5,3	214	280	6,9	49,91	33,9	1045	12:40
1530	306	5,1	214	280	6,9	49,93	32,7	1044	12:45
1560	312	5,2	215	280	6,9	50	32,7	1051	12:50
1440	288	4,8	215	280	6,9	50	34,3	1047	12:55
1410	282	4,7	215	280	6,8	49,72	35,1	1043	13:00
1410	282	4,7	215	280	6,8	49,68	34,5	1039	13:05
1410	282	4,7	215	280	6,7	49,25	34,8	1032	13:10
1440	288	4,8	215	280	6,8	49,45	33,8	1037	13:15
1398	279,6	4,66	215	280	6,7	42,3	34,2	1023	13:20
1410	282	4,7	215	280	6,7	49,08	36,1	1023	13:25
1344	268,8	4,48	217	283	6,5	48,35	35,1	1012	13:30
1332	266,4	4,44	217	283	6,6	48,43	34,6	1007	13:35
1242	248,4	4,14	218	284	6,5	48,27	33,5	1001	13:40
1290	258	4,3	217	284	6,6	48,48	34,5	996	13:45
1239	247,8	4,13	218	284	6,5	48,05	34,4	990	13:50
1260	252	4,2	218	284	6,4	47,76	34,8	975	13:55
1230	246	4,1	217	284	6,3	47,45	36,8	965	14:00
1230	246	4,1	218	284	6,4	47,45	34,8	960	14:05
1233	246,6	4,11	218	284	6,4	47,78	34,6	947	14:10
1200	240	4	217	283	6,4	47,56	34	936	14:15

1260	252	4,2	218	284	6,5	47,95	33,3	923	14:20
1140	228	3,8	217	284	6,3	47,29	35,3	913	14:25
1080	216	3,6	217	284	6,2	47,03	35,9	907	14:30
1050	210	3,5	217	284	6,3	46,93	34,8	894	14:35
1020	204	3,4	216	283	6,2	46,51	36,5	871	14:40
1086	217,2	3,62	216	283	6,2	46,71	33,2	866	14:45
1035	207	3,45	216	284	6,2	46,46	33,9	841	14:50
1050	210	3,5	217	284	6,1	46,13	34,5	830	14:55
1011	202,2	3,37	216	284	6,1	46,02	33,3	816	15:00
900	180	3	215	284	6,1	45,73	33,9	798	15:05
930	186	3,1	215	284	6	45,63	33,8	790	15:10
900	180	3	215	284	6	45,35	34,5	773	15:15
909	181,8	3,03	199	304	5,2	41,17	34,3	750	15:20
810	162	2,7	196	303	5,2	41,2	34,1	737	15:25
654	130,8	2,18	193	303	5,1	41,01	34	722	15:30
543	108,6	1,81	192	303	5,1	41,15	34,7	692	15:35
531	106,2	1,77	190	303	5	41,05	33,9	674	15:40
468	93,6	1,56	188	303	5	40,98	33,1	656	15:45
369	73,8	1,23	191	303	5	40,86	34,2	645	15:50
432	86,4	1,44	189	304	5	40,71	34,1	624	15:55
276	55,2	0,92	185	304	4,9	40,66	35	606	16:00
0	0	0	191	294	5	40,2	35,1	573	16:05
0	0	0	182	298	4,9	39,82	34,9	540	16:10
0	0	0	168	281	4,5	38,67	34,8	511	16:15

Journée type du mois d'avril 2018

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
346,2	69,24	1,154	197	300	5,2	40	27,7	492	08:40
346,2	69,24	1,154	197	300	5,2	40	27,7	492	08:45
428,8	85,68	1,428	198	300	5,3	40,7	27,3	530	08:50
428,8	85,68	1,428	198	300	5,3	40,7	27,3	530	08:55
529,2	105,84	1,764	220	300	5,5	41,6	27,8	565	09:00
529,2	105,84	1,764	220	300	5,5	41,6	27,8	565	09:05
562,5	112,5	1,875	206	300	5,6	42,4	29,7	605	09:10
562,5	112,5	1,875	206	300	5,6	42,6	29,3	625	09:15
600	120	2	207	300	5	42,8	28,6	640	09:20
642	128,4	2,14	209	300	5,7	43	29,2	660	09:25
690	138	2,3	210	300	5,7	43,3	30,5	675	09:30
690	138	2,3	211	300	5,7	43,7	31,4	690	09:35
690	138	2,3	214	303	5,8	43,6	30,8	705	09:40
690	138	2,3	214	303	5,7	43,9	30,3	725	09:45
708	141,6	2,36	214	303	5,8	44,15	30	735	09:50
750	150	2,5	215	303	5,9	44,25	31	750	09:55
750	150	2,5	216	303	5,9	44,5	31,4	770	10:00
750	150	2,5	216	303	5,9	44,7	31,2	780	10:05
750	150	2,5	216	303	6	44,5	31,4	790	10:10
816	163,2	2,72	217	303	5,9	44,9	31,7	810	10:15
816	163,2	2,72	219	303	6	45	32	820	10:20
816	163,2	2,72	217	303	6	44,76	30,2	830	10:25
816	163,2	2,72	218	303	6	45	31,5	845	10:30
900	180	3	214	303	5,9	44,47	33,2	860	10:35
816	163,2	2,72	212	303	5,7	43,73	33	866	10:40
900	180	3	212	302	5,6	43,3	31,3	870	10:45
999	199,8	3,33	214	303	5,8	44,18	32,9	890	10:50
999	199,8	3,33	218	303	6	44,75	32,4	900	10:55

999	199,8	3,33	214	302	5,7	43,66	32,8	906	11:00
999	199,8	3,33	213	302	5,7	43,89	32	920	11:05
1125	225	3,75	214	302	5,8	44,17	33	927	11:10
1125	225	3,75	207	303	5,5	42,74	35	930	11:15
999	199,8	3,33	208	303	5,6	42,82	32,8	935	11:20
999	199,8	3,33	206	303	5,5	42,61	31,5	928	11:25
999	199,8	3,33	203	303	5,4	41,8	33,6	935	11:30
900	180	3	203	303	5,7	43,4	30,5	945	11:35
999	199,8	3,33	214	303	5,9	44,2	33,7	950	11:40
900	180	3	217	303	6	44,7	34,4	960	11:45
999	199,8	3,33	216	303	6	44,7	31,7	960	11:50
999	199,8	3,33	213	303	5,7	43,64	32,5	950	11:55
999	199,8	3,33	215	303	5,8	43,89	31,8	963	12:00
1125	225	3,75	213	302	5,8	43,87	33	975	12:05
999	199,8	3,33	212	303	5,7	43,49	33,5	960	12:10
900	180	3	211	303	5,8	42,85	34	971	12:15
999	199,8	3,33	213	303	5,8	44	34,7	965	12:20
999	199,8	3,33	213	303	5,8	44	34,7	965	12:25
900	180	3	213	303	5,7	43,68	34,5	943	12:30
816	163,2	2,72	215	303	5,7	43,5	34,6	950	12:35
900	180	3	208	303	5,4	43,91	35	917	12:40
900	180	3	215	303	5,8	44,87	35,5	960	12:45
999	199,8	3,33	218	303	6	45	35,3	958	12:50
1125	225	3,75	217	327	5,8	49,4	35,2	971	12:55
1284	256,8	4,28	206	265	6,7	49,23	34,7	990	13:00
1284	256,8	4,28	205	265	6,7	49	35,7	987	13:05
1125	225	3,75	206	265	6,7	48,9	36,2	980	13:10
1284	256,8	4,28	205	265	6,7	49,1	36,6	980	13:15
1125	225	3,75	205	265	6,7	49,1	36,4	980	13:20
1125	225	3,75	212	265	6,7	49	37,1	980	13:25
1125	225	3,75	206	265	6,6	48,8	36,2	970	13:30
1125	225	3,75	209	265	6,6	48,6	37,5	960	13:35
1125	225	3,75	206	265	6,6	48,6	36,7	953	13:40

1125	225	3,75	205	265	6,6	48,4	37,4	947	13:45
1125	225	3,75	206	265	6,5	48,2	35	935	13:50
1125	225	3,75	206	265	6,5	48,3	36	922	13:55
1125	225	3,75	205	265	6,5	48,1	35	920	14:00
1125	225	3,75	209	265	6,4	47,9	35,8	910	14:05
999	199,8	3,33	205	265	6,3	47,6	33,5	896	14:10
999	199,8	3,33	206	265	6,4	47,7	39	880	14:15
999	199,8	3,33	205	265	6,4	47,7	35,4	876	14:20
999	199,8	3,33	206	265	6,3	47,5	37	863	14:25
999	199,8	3,33	206	265	6,3	47,2	35	847	14:30
900	180	3	206	265	6,2	46,9	37	830	14:35
816	163,2	2,72	207	265	6,2	46,7	35,3	820	14:40
816	163,2	2,72	207	265	6,1	46,4	38,5	800	14:45
750	150	2,5	208	271	6	46,1	38,2	785	14:50
690	138	2,3	209	273	6	45,1	37	745	14:55
690	138	2,3	209	273	6	45,1	36	742	15:00
642	128,4	2,14	208	274	5,9	45	35,5	740	15:05
642	128,4	2,14	210	272	5,9	44,8	37	730	15:10
600	120	2	210	273	5,8	44,4	38,3	710	15:15
562,5	112,5	1,875	210	275	5,8	44,2	36	700	15:20
529	105,8	1,764	206	265	5,7	44	36,8	680	15:25
498	99,6	1,66	210	265	5,7	43,6	36	666	15:30
426	85,2	1,42	206	265	5,7	43,4	36,3	650	15:35
360	72	1,2	208	265	5,7	42,8	35,5	630	15:40
345	69	1,15	202	265	5,6	42,2	35	615	15:45
321	64,2	1,07	202	265	5,5	41,8	34,5	585	15:50
255	51	0,85	201	265	5,5	41,4	34	570	15:55
162	32,4	0,54	198	265	5,4	40,9	33,5	535	16:00
105	21	0,35	198	265	5,4	40,7	32,5	530	16:05
0	0	0	198	265	5,3	40,1	36,2	507	16:10
0	0	0	195	265	5,3	39,57	36,2	485	16:15

Journée type du mois de mai 2018

Quantité d'eau (L)	Débit (L/min)	Débit (L/s)	Tension alternatif (V)	Tension continue (V)	Intensité (A)	Fréquence (Hz)	Température (°C)	Radiation (w/m ²)	Temps (min)
81	16,2	0,27	190	298	5	38,27	26	439	08:30
177	35,4	0,59	189	299	5,1	38,95	26	470	08:35
333	66,6	1,11	192	298	5,1	39,6	26	499	08:40
429	85,8	1,43	191	298	5,2	40,15	26,3	511	08:45
498	99,6	1,66	191	299	5,2	40,3	26,7	519	08:50
498	99,6	1,66	198	299	5,3	40,44	25,5	525	08:55
600	120	2	199	299	5,3	40,92	26,9	544	09:00
600	120	2	204	299	5,5	41,54	27	575	09:05
600	120	2	202	299	5,5	41,73	27	587	09:10
600	120	2	204	300	5,5	42,1	28,4	608	09:15
600	120	2	205	300	5,5	42,44	28	620	09:20
642	128,4	2,14	207	300	5,6	42,74	29	638	09:25
600	120	2	212	300	5,7	42,82	29,5	655	09:30
690	138	2,3	208	300	5,7	42,99	30	667	09:35
690	138	2,3	209	300	5,7	43,13	30	685	09:40
750	150	2,5	210	300	5,7	43,28	30,3	693	09:45
750	150	2,5	210	300	5,7	43,4	30,8	707	09:50
780	156	2,6	212	300	5,7	43,68	31,3	733	09:55
750	150	2,5	213	300	5,8	43,77	31,2	747	10:00
750	150	2,5	213	300	5,8	43,97	30,8	762	10:05
810	162	2,7	214	300	5,8	43,75	31,6	775	10:10
810	162	2,7	215	300	5,9	44,33	31	790	10:15
900	174	2,9	215	300	5,9	44,34	32,4	797	10:20
900	180	3	217	300	5,9	44,37	33,2	810	10:25
900	180	3	218	300	6	45,6	32,8	826	10:30
930	186	3,1	216	300	6	46,25	32	840	10:35
930	186	3,1	217	300	6	46,41	33,3	847	10:40
990	198	3,3	216	300	6	47,2	32,8	850	10:45
990	198	3,3	216	300	6	47,48	34	866	10:50

960	192	3,2	214	300	6,1	47,52	33,8	880	10:55
930	186	3,1	215	300	6,2	47,6	33,9	885	11:00
900	180	3	219	300	6,3	47,9	33,8	905	11:05
1125	225	3,75	216	300	6,3	47,85	35,5	910	11:10
1125	225	3,75	211	300	6,4	47,97	34,2	918	11:15
1200	240	4	211	298	6,5	48,1	36	925	11:20
1200	240	4	214	299	6,5	48,4	35,3	925	11:25
1284	256,8	4,28	208	299	6,6	48,3	34	930	11:30
1284	256,8	4,28	210	299	6,7	48,55	36,8	932	11:35
1200	240	4	202	299	6,9	48,75	35,2	940	11:40
1284	256,8	4,28	207	261	6,9	48,4	35,5	947	11:45
1284	256,8	4,28	202	261	6,9	48,9	35,2	953	11:50
1383	276,6	4,61	209	261	6,9	49,2	36,1	956	11:55
1383	276,6	4,61	205	265	6,7	49,69	35,7	960	12:00
1332	266,4	4,44	210	265	6,9	49,43	36	960	12:05
1320	264	4,4	205	265	6,9	49,65	35,7	969	12:10
1284	256,8	4,28	206	265	6,9	49,55	35	970	12:15
1332	266,4	4,44	207	265	6,9	49,32	36,8	970	12:20
1383	276,6	4,61	208	265	6,8	49,23	37,3	970	12:25
1383	276,6	4,61	205	265	6,8	49,32	39	979	12:30
1383	276,6	4,61	207	265	6,8	49,28	39,6	985	12:35
1500	300	5	209	265	6,8	49,5	37	990	12:40
1500	300	5	211	265	6,9	49,6	34,5	990	12:45
1500	300	5	211	265	6,8	49,4	36	990	12:50
1446	289,2	4,82	217	265	6,8	49,4	35,6	985	12:55
1500	300	5	206	265	6,7	49,18	36	975	13:00
1383	276,6	4,61	207	265	6,6	48,79	36	970	13:05
1332	266,4	4,44	207	265	6,6	48,71	37,5	970	13:10
1284	256,8	4,28	205	265	6,6	48,54	36	960	13:15
1284	256,8	4,28	208	265	6,6	48,3	38	950	13:20
1200	240	4	211	265	6,5	48,4	37,3	950	13:25
1200	240	4	208	265	6,6	48,72	34,9	950	13:30
1200	240	4	210	265	6,6	48,55	36,8	945	13:35

1284	256,8	4,28	206	265	6,5	48,3	38	928	13:40
1200	240	4	211	265	6,5	48,44	37	920	13:45
1125	225	3,75	214	265	6,5	48,1	37	911	13:50
1125	225	3,75	210	265	6,4	47,97	39,1	905	13:55
1125	225	3,75	215	265	6,4	47,85	40	890	14:00
1020	204	3,4	215	265	6,4	47,9	35,7	880	14:05
1125	225	3,75	214	265	6,4	47,6	33,8	866	14:10
990	198	3,3	211	265	6,3	47,5	37	863	14:15
942	188,4	3,14	210	265	6,3	47,4	36	848	14:20
942	188,4	3,14	210	265	6,3	47,2	35	845	14:25
984	196,8	3,28	209	265	6,3	46,42	37	830	14:30
900	180	3	212	266	6,2	46,25	37	816	14:35
942	188,4	3,14	212	269	6,1	45,98	35,2	795	14:40
942	188,4	3,14	209	268	6,1	45,6	36,8	789	14:45
900	180	3	210	269	6	45,36	37,6	770	14:50
900	180	3	210	270	6	45,22	34	755	14:55
870	174	2,9	209	270	6	45,05	35	744	15:00
840	168	2,8	209	270	5,9	44,8	38	740	15:05
660	132	2,2	208	270	5,9	44,4	35,6	720	15:10
240	120	2	207	270	5,8	44,1	36,3	700	15:15
570	114	1,9	208	261	5,7	43,8	37	680	15:20
570	114	1,9	207	265	5,7	43,53	37	670	15:25
501	100,2	1,67	207	260	5,6	43,22	37,6	660	15:30
471	94,2	1,57	203	260	5,5	42,7	37,5	640	15:35
435	87	1,45	203	260	5,5	42,2	39	617	15:40
306	61,2	1,02	203	260	5,4	41,7	40	610	15:45
210	42	0,7	203	259	5,4	41,3	35,5	580	15:50
201	40,2	0,67	203	259	5,4	41,15	35	573	15:55
150	30	0,5	203	259	5,4	40,52	38	535	16:00
90	18	0,3	202	260	5,3	39,95	36,4	528	16:05
48	9,6	0,16	196	259	5,3	39,4	36,4	508	16:10
60	12	0,2	198	263	5,1	38,5	36,4	470	16:15

Débit supérieur et inférieur pendant journée type

Débit inf (L/min)	Débit sup. (L/min)	Débit inf. (L/s)	Débit sup. (L/s)	Temps (min)
161,1	102	0,537	0,34	08:30
390	207	1,3	0,69	08:35
411	288	1,37	0,96	08:40
522	357	1,74	1,19	08:45
726	414	2,42	1,38	08:50
753	456	2,51	1,52	08:55
669	486	2,23	1,62	09:00
831	519	2,77	1,73	09:05
858	525	2,86	1,75	09:10
900	624	3	2,08	09:15
933	642	3,11	2,14	09:20
1020	690	3,4	2,3	09:25
1110	762	3,7	2,54	09:30
1152	816	3,84	2,72	09:35
1005	753	3,35	2,51	09:40
999	744	3,33	2,48	09:45
1104	795	3,68	2,65	09:50
1110	831	3,7	2,77	09:55
1041	789	3,47	2,63	10:00
1110	846	3,7	2,82	10:05
1125	855	3,75	2,85	10:10
1119	825	3,73	2,75	10:15
1134	867	3,78	2,89	10:20
1107	804	3,69	2,68	10:25
960	708	3,2	2,36	10:30
996	699	3,32	2,33	10:35
915	702	3,05	2,34	10:40
936	711	3,12	2,37	10:45
1200	777	4	2,59	10:50
1431	972	4,77	3,24	10:55

1539	1140	5,13	3,8	11:00
1485	1209	4,95	4,03	11:05
1344	1092	4,48	3,64	11:10
1323	1017	4,41	3,39	11:15
1404	1005	4,68	3,35	11:20
1422	1050	4,74	3,5	11:25
1386	1032	4,62	3,44	11:30
1404	1101	4,68	3,67	11:35
1386	1062	4,62	3,54	11:40
1350	1032	4,5	3,44	11:45
1407	1083	4,69	3,61	11:50
1380	1074	4,6	3,58	11:55
1410	1023	4,7	3,41	12:00
1416	1032	4,72	3,44	12:05
1440	1044	4,8	3,48	12:10
1440	1089	4,8	3,63	12:15
1410	1038	4,7	3,46	12:20
1365	945	4,55	3,15	12:25
1428	978	4,76	3,26	12:30
1365	945	4,55	3,15	12:35
1365	945	4,55	3,15	12:40
1350	933	4,5	3,11	12:45
1320	909	4,4	3,03	12:50
1386	954	4,62	3,18	12:55
1347	891	4,49	2,97	13:00
1392	966	4,64	3,22	13:05
1383	945	4,61	3,15	13:10
1386	948	4,62	3,16	13:15
1368	936	4,56	3,12	13:20
1332	855	4,44	2,85	13:25
1392	945	4,64	3,15	13:30
1305	927	4,35	3,09	13:35

1290	942	4,3	3,14	13:40
1278	897	4,26	2,99	13:45
1245	852	4,15	2,84	13:50
1140	801	3,8	2,67	13:55
1188	831	3,96	2,77	14:00
1170	798	3,9	2,66	14:05
1080	786	3,6	2,62	14:10
1068	735	3,56	2,45	14:15
1161	816	3,87	2,72	14:20
1080	798	3,6	2,66	14:25
1110	777	3,7	2,59	14:30
1062	762	3,54	2,54	14:35
1068	717	3,56	2,39	14:40
1068	714	3,56	2,38	14:45
990	699	3,3	2,33	14:50
975	651	3,25	2,17	14:55
933	624	3,11	2,08	15:00
858	582	2,86	1,94	15:05
774	498	2,58	1,66	15:10
939	678	3,13	2,26	15:15
831	606	2,77	2,02	15:20
780	525	2,6	1,75	15:25
840	528	2,8	1,76	15:30
921	579	3,07	1,93	15:35
840	510	2,8	1,7	15:40
750	471	2,5	1,57	15:45
660	408	2,2	1,36	15:50
630	390	2,1	1,3	15:55
450	330	1,5	1,1	16:00
210	0	0,7	0	16:05
150	0	0,5	0	16:10
90	0	0,3	0	16:15

HYBRIDE

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROJET	800 000,00											
MAINTENANCE		50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
volume de carburant (vc)		1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6	1841,6
prix de 1 litre (pr) dr		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
cout de transport (ct)		10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
EXPLOITATION ((vc*pr)+ct)+MAINTENANCE		102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8	102356,8
PRODUCTION ENRGIE kwh/an (PE)												
prix 1 kwh/da												
REVUNE (PE* prix 1kwh)												
CASH FLOW (REVUNE-EXPLOITATION)		91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20	91 518,20
DR (an)		8,74										

HYBRIDE améliorie

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROJET	1 100 000,00											
MAINTENANCE		50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
volume de carburant (vc)		496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
prix de 1 litre (pr) dr		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
cout de transport (ct)		3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
EXPLOITATION ((vc*pr)+ct)+MAINTENANCE		64408	64408	64408	64408	64408	64408	64408	64408	64408	64408	64408
PRODUCTION ENRGIE kwh/an (PE)												
prix 1 kwh/da												
REVUNE (PE* prix 1kwh)												
CASH FLOW (REVUNE-EXPLOITATION)		129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00	129 467,00
DR (an)		8,50										

الملخص

يعد القطاع الفلاحي قطاع استراتيجي للجزائر نظرا لعدة اعتبارات حيث يعول عليه كثيرا في تنويع مصادر الدخل خارج قطاع المحروقات، ويعد مشكل التزويد بالكهرباء في اغلب المحيطات الفلاحية اكبر مشاكل هذا القطاع، و السبب الرئيسي يعود لارتفاع تكاليف ربط المحيطات بالشبكة الكهربائية من قبل الجهات المسؤولة عن ذلك مقارنة بالاستهلاك أدى هذا بمعظم الفلاحين لاستخدام المولدات كحل حتمي لتغطية مستلزماتهم لعملية الضخ و السقي متكبدين في ذلك خسائر مالية معتبرة خصوصا تكاليف الوقود و الصيانة. تتمتع الجزائر عموما و جنوبها خصوصا بطاقة شمسية على اغلب فترات السنة. وجاء البرنامج الوطني للطاقات المتجددة ليجسد رغبة الدولة في الانتقال الطاقوي و التقليل من استهلاك الطاقات الاحفورية. يأتي هذا البحث لتقييم مدى قدرة الطاقة الكهروضوئي علي إحتواء مشكل الكهرباء في المحيطات الفلاحية لولاية ورقلة و مساهمته في التنمية الاقتصادية و المحلية .

من أجل ذلك قمنا بدراسة ميدانية بأحد المزارع بولاية ورقلة مزودة بنظام الضخ الكهروضوئي للوقوف على مدى مساهمة نظام الضخ خلال عدة اشهر من السنة : ديسمبر، جانفي، فيفري، مارس، افريل و ماي، بالموازات مع ذلك قمنا بتوصيل نفس المضخة بمولد، وتم إحصاء تكاليف الوقود التي كانت مرتفعة عكس الضخ الكهروضوئي الذي تنعدم فيه تكاليف الاستغلال لكنه يبقى بالمقابل غير قادر على توفير الماء اللازم خلال بعض أشهر السنة لعدة عوامل، وكانت نتائج هذه الدراسة مساهمة نظام الضخ الكهروضوئي تقدر بـ 64% من الاحتياجات. ليبقى أحسن الحل هو المزج بين المولد و الطاقة الكهروضوئية لتغطية الحاجيات و محاولة مئا لزيادة أداء النظام، قمنا بعدة تجارب ميدانية وتوصلنا إلى مقترح لذلك والمتمثل في إستغلال ضباب التندفق بسبب إرتفاع الخزان لزيادة حجم الماء وذلك بالاعتماد على خزان أرضي حيث نتوقع أن نسبة مساهمة هذا النظام المقترح تصل إلى 90 % من الاحتياجات . وتم أيضا من خلال هذا البحث تقييم إقتصادي شامل للنظام مفاده أن إستغلال هذه الطاقة المتجددة في عملية الضخ تمتص تكاليف باهضة للوقود مايعود بالنفع على الفلاح بصفة خاصة و الاقتصاد الوطني بصفة عامة لذلك يستوجب على أصحاب القرار دعمه. الكلمات المفتاحية: نظام الضخ الكهروضوئي، الطاقة الكهروضوئية، طاقة شمسية، تقييم اقتصادي، القطاع الفلاحي.

Résumé :

Le secteur agricole est un secteur stratégique pour l'Algérie en raison de plusieurs considérations, il dépend fortement considéré comme source de la diversification de revenus en dehors du secteur des hydrocarbures.

Le problème de l'approvisionnement en électricité dans la plupart des périmètres agricoles est le plus gros problème dans ce secteur. Cela revient à la facture plus élevée de l'alimentation de ces périmètres par ce réseau électrique de la part des parties responsables comparé avec la consommation, chose qu'a conduit à l'utilisation des groupes électrogènes par la plupart des agriculteurs comme solution inévitable pour couvrir les besoins en termes de pompage et d'irrigation, provoquant ainsi des dépenses considérables en carburants et en maintenance.

L'Algérie en générale et le sud algérien particulièrement, possède un potentiel considérable en énergie solaire dans une grande période de l'année.

Le programme national des énergies renouvelables vient pour concrétiser la volonté de l'état pour la transmission énergétique et minimiser les dépenses des énergies fossiles.

Notre travail vise à évoluer le pouvoir de l'énergie photovoltaïque pour résoudre le problème de l'électricité dans les périmètres agricoles de la wilaya d'Ouargla, et contribuer dans le développement de l'économie locale.

Pour ce, nous avons effectué une étude pratique dans une des exploitations agricoles de la wilaya d'Ouargla, dotée d'un système de pompage photovoltaïque, pour voir de pré la contribution de ce système pendant plusieurs mois (Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril et Mai).

En parallèle, nous avons placé la même pompe avec un groupe électrogène, où nous avons calculé le coût du carburant utilisé qu'a été très élevé contrairement au système photovoltaïque, mais ce système reste incomplet pour couvrir les besoins en eau pendant quelques mois de l'année pour plusieurs facteurs.

Les résultats obtenus montrent que la contribution de ce système photovoltaïque, était de 64 % des besoins, pour aboutir à la meilleure solution qu'est l'hybridation entre ces deux systèmes.

Et en vue d'améliorer les performances de ce système, nous avons effectué plusieurs expériences dans le terrien, et nous avons aboutis à une proposition qui consiste à exploiter les pertes en débit causés par la hauteur du réservoir pour augmenter le volume d'eau en se basant sur la géo-membrane, chose que nous permet de prévoir la contribution de ce système que peut être estimé à 90 % des besoins.

En outre et à travers cette étude, nous avons effectué une évaluation économique globale de ce système permettant d'admettre que l'exploitation de cette énergie renouvelable dans le pompage peut économiser les coûts élevés du carburant, chose qui revient bénéfique pour l'agriculteur en particulier, et à l'économie nationale d'une manière générale devinent ainsi une nécessité à la subvention de l'Etat.

Mots clés: Système Pompage Photovoltaïque, énergie photovoltaïque, énergie solaire, évaluation économique, secteur agricole