



**Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et
Renouvelables**
**The 2nd International Seminar on New and Renewable
Energies**

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



L'influence de la variation de débit sur les performances d'une pompe solaire

H. Ammar ^{#1}, M T. Bouziane ^{*2}, Y. Bakelli^{#3}

*#unité de recherche appliquée en énergie renouvelable
BP:88 Gart Taam ZI Bounoura*

Ghardaïa – Algérie

¹. hachem_dz@yahoo.fr

³bakelli_yahia@yahoo.fr

**Université de Biskra, B.P. 145, R.P, 07000 – Algérie*

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS)

²bouziane@inbox.com

Résumer — Les pompes solaires étudiées au laboratoire pour simuler les conditions réel de fonctionnement (profondeur de puits, débit, ...), sont installées dans la plupart des cas à une profondeur fixée pendant une longue période.

Pour garder cette profondeur (HMT) fixée, nous manipulons le robinet vanne installé à la sortie de la conduite de refoulement. Le vannage (long où brusque) a des conséquences directe sur les performances de la pompe (puissance absorbée, rendement ...). Ce travail a pour objectif de montrer l'influence du vannage sur les différentes performances d'une pompe solaire installée au laboratoire.

Mots clés — photovoltaïque -pompage- vannage

I. INTRODUCTION

L'utilisation du photovoltaïque comme source d'énergie pour le pompage d'eau est considérée comme l'un des domaines les plus prometteurs pour l'application de l'énergie solaire. Les systèmes photovoltaïques de pompage d'eau exigent seulement qu'il y ait suffisamment de soleil. L'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour le pompage d'eau est appropriée, car il y a souvent un rapport normal entre la disponibilité de l'énergie solaire et la demande de l'eau.

Les systèmes photovoltaïques de pompage d'eau sont particulièrement appropriés à l'approvisionnement en eau dans des régions isolées où l'électricité n'est pas disponible.

Ce procédé consiste à pomper l'eau tant que le soleil est présent vers un réservoir qui assure la régulation de la consommation. Ainsi, le consommateur peut être alimenté même la nuit et pendant les journées nuageuses. L'eau pompée peut être employée dans beaucoup d'applications telles que l'utilisation domestique et l'irrigation.

Le système largement utilisé est celui dit «au fil du soleil», Ce système est le plus simple puisque l'énergie photovoltaïque est utilisée directement à partir des panneaux. La pompe ne fonctionnera qu'en présence de lumière et dès que l'éclairement sera suffisant pour atteindre la puissance

demandée. La particularité des pompes solaires installées au fil du soleil est que les caractéristiques (débit, pression, rendement) sont en fonction de l'éclairement qui varie au cours de la journée et au cours des saisons [1].

Pour simuler une pompe dans la réalité, il s'agit donc de recréer les mêmes conditions de fonctionnement (profondeur, débit ...) existant au niveau de l'exploitation (usine, exploitation agricole, ferme...). Pour garder cette profondeur fixée, il s'agit de manipuler le robinet vanne installée à la sortie de la conduite de refoulement en réduisant la section utile de la canalisation. Il en résulte une augmentation des pertes de charge dans le circuit, ce qui se traduit par une augmentation de la pression en sortie de la pompe et une diminution de débit. Cela provoque immédiatement des conséquences sur les caractéristiques de la pompe (rendement de la pompe et une puissance à développer, consommation électrique).

Dans ce travail nous nous focalisons sur l'influence du vannage sur les performances d'une pompe solaire installée au laboratoire pour test.

II. LE SYSTEME DE POMPAGE ET LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL.

Le banc d'essais représenté par la figure 1 est composé d'un puits artificiel d'une profondeur d'environ 2m en acier inoxydable, une pompe immergée de type Grundfos alimentée par un générateur photovoltaïque de puissance variable passant par un onduleur DC/AC, un data logger pour l'acquisition de données et un ordinateur de bureau pour mesure et contrôle.



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012

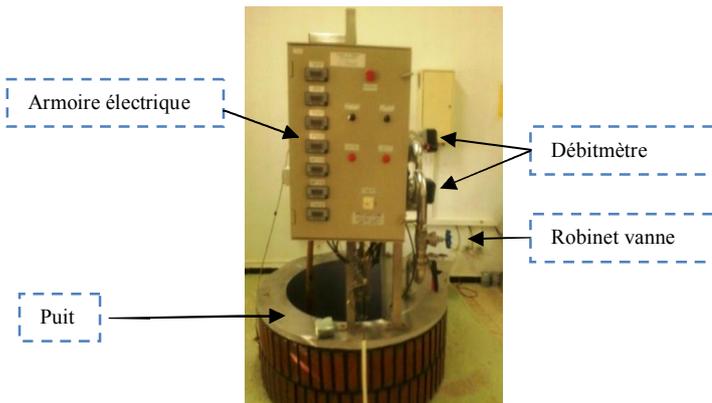


Fig. 1 banc d'essai de pompage

Les éléments de régulation et de fermeture sont les suivants :

- Deux vannes manuelles de diamètre 50 mm (1/2)
- Robinet vanne de régulation de diamètre 50 mm.

III. METHODOLOGIE

Il s'agit d'installer une pompe immergée de type Grundfos (900w) pour test dans le puits pendant la journée. Les profondeurs fixées sont 20 et 25 m. pour garder cette profondeur fixe (HMT = différence de niveau + la somme des pertes de charges), nous procédons au vannage en utilisant le robinet installé à la sortie de la conduite de refoulement. Cette manipulation ce fait comme suit :

- Vannage brusque à une profondeur fixée égale à 20 m.
- Vannage graduellement varié à une profondeur fixée égale à 25 m.

IV. RESULTATS ET DISCUTIONS

Les données ainsi recueillies permettent de tracer les courbes caractéristiques de la pompe (puissance absorbée, puissance fournie, rendement,) et les caractéristiques du générateur photovoltaïque (courant, Tension, ensoleillement).

A. L'ensoleillement global (w/m^2)

Nous avons procédé dans un premier temps au calcul de l'ensoleillement moyen du mois de juillet, pour chaque heure de la journée, nous obtenons alors ce que nous appellerons « une journée type » d'ensoleillement, il atteint de son maximum à midi solaire figure 3.

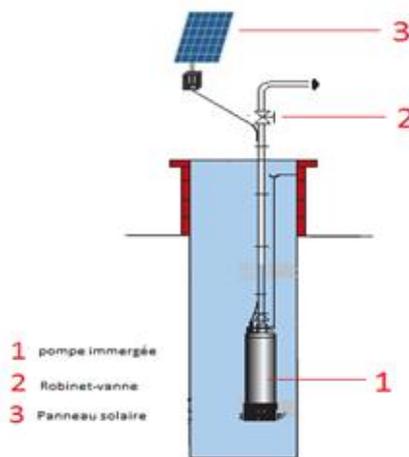
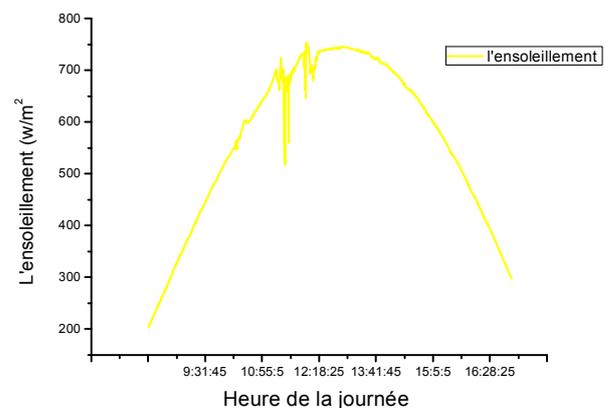


Fig. 2 système de pompage photovoltaïque

Notre système comporte une pompe immergée dans l'eau de puits, une branche de refoulement, une branche du retour de l'eau pompée dans le puits (circuit fermé), des capteurs et transducteurs de débit, niveaux et pressions, une armoire de contrôle, visualisation, et connexion pour des mesures avec instrumentation additionnelle externe.

Les différents capteurs utilisés dans le banc d'essais sont les suivants :

- Capteur de pression différentielle pour la mesure du niveau d'eau du puits
- Deux Capteurs de pression manométrique de sortie de la pompe à tester
- Débitmètre pour la branche de 32 mm de diamètre
- Débitmètre pour la branche de 50 mm de diamètre





Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



Fig. 3 L'ensoleillement de la journée type

B. Puissance absorbée

Les données de courant et tension permettent de calculer la puissance absorbée par la pompe, elle est donnée par la formule suivante :

$$P_{ab} = U \times I \quad [3] [4]$$

P_{ab} : puissance absorbée par la pompe (KVA)

U : tension d'alimentation (v)

I : courant (A)

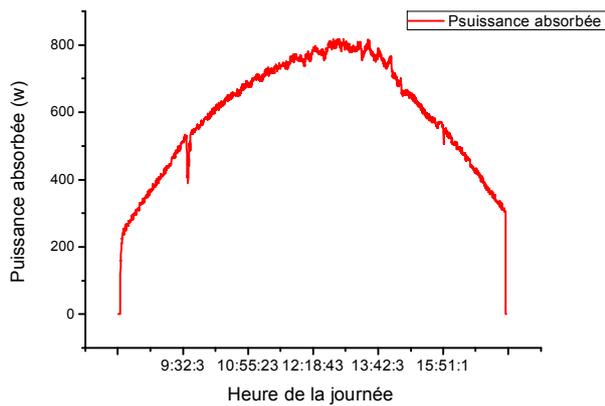


Fig4. Puissance absorbée (pompe) au cours de la journée

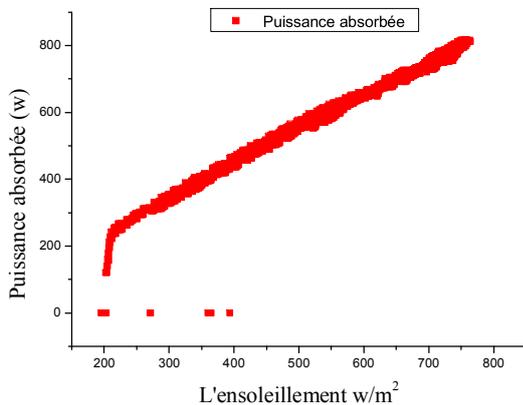


Fig5. Variation de la puissance absorbée en fonction de l'ensoleillement

D'après la courbe de la figure 5, on peut constater que la puissance absorbée par la pompe augmente proportionnellement avec l'ensoleillement, pour atteindre le maximum à midi solaire fig.4.

C. Puissance fournie par la pompe

Pour élever une certaine quantité d'eau d'un point à un autre, la pompe doit transmettre au liquide de l'énergie. Cette quantité d'énergie sera la même quelle que soit la technologie de pompes [4].

Les données de débit et HMT permettent de calculer la puissance fournie par la pompe qui est donnée par la formule suivante (cas de l'eau, poids spécifique égale à 1) :

$$P_{for(w)} = \frac{Q * H}{367} \quad [3] [4]$$

P_{for} : puissance fournie (kw)

HMT : Hauteur manométrique totale (mCE)

Q : débit (m3/h)

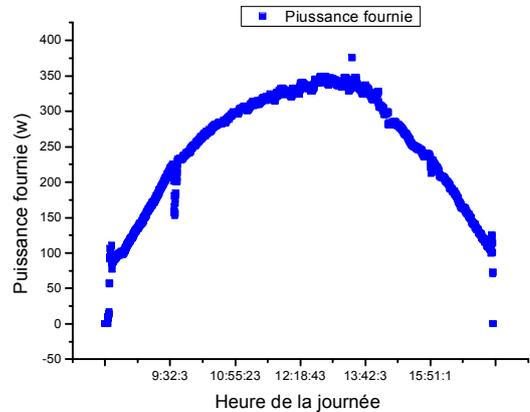
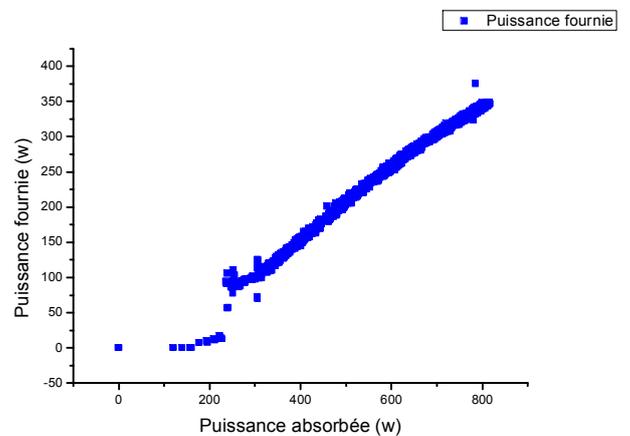


Fig.6 Variation de la puissance absorbée en fonction de l'ensoleillement





Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



Fig.7 Variation de la puissance fournie (pompe) en fonction de la puissance absorbée

Il est essentiel de remarquer que la puissance fournie par la pompe augmente avec la puissance absorbée par cette dernière, voir figure.7.

D. Rendement de la pompe (η)

Après le calcul de la puissance absorbée et la puissance fournie par la pompe nous procédons au calcul du rendement qui est l'étape maîtresse de notre étude.

La figure ci-dessous montre clairement que le rendement maximum de la pompe ne correspond pas toujours au point maximum de la puissance absorbée ou fournie par la pompe.

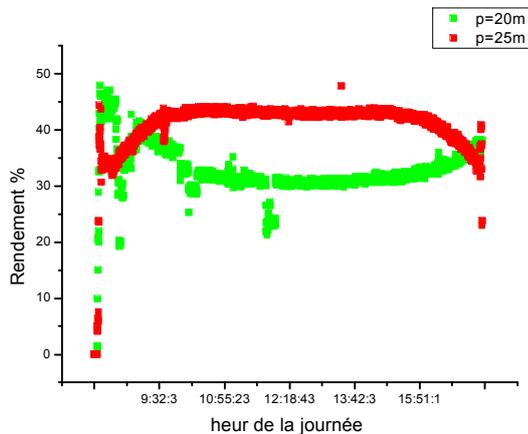


Fig8. Variation du rendement de la pompe pour des hauteurs différentes

Deux modes de fonctionnement sont possibles:

1) Au début et à la fin de journée

Le robinet vanne est complètement ouvert (section utile de la canalisation est maximum), la pompe commence à débiter à partir d'une certaine puissance fournie par les modules solaires, l'HMT de la pompe est quasiment nulle à cette puissance. Pour atteindre l'HMT désirée (profondeur de pompage), nous procédons à la réduction de la section de passage des filets liquides. Il en résulte une augmentation des pertes de charge (pertes de charges singulière au niveau de robinet vanne), ce qui se traduit par une augmentation de la pression en sortie de la pompe et une diminution de débit, l'HMT atteint la hauteur désirée.

Ce procédé provoque une baisse de rendement de la pompe, une dissipation d'énergie dans le fluide et une augmentation de la puissance à développer voir figure 7.

2) Au cours de la journée (ensoleillement maximum)

Le débit et la hauteur augmenteront proportionnellement avec l'ensoleillement pour atteindre le maximum à midi solaire. Ils augmentent différemment en fonction de la vitesse nominale du moteur. Pour revenir à l'HMT désirée, nous procédons à l'ouverture du robinet vanne, cela provoque une augmentation de la section de passage, quoi que cette dernière est au maximum, le débit atteint toujours des valeurs importantes (vitesse d'écoulement importante). Cela augmente les pertes de charge linéaires et par voie de conséquence la puissance absorbée augmente.

On peut résumer que :

- Le vannage graduellement va à des conséquences directes sur la baisse des performances de la pompe au démarrage et arrêt de cette dernière (fig.8 HMT=25m).
- Le vannage brusque à des conséquences directes sur la baisse des performances de la pompe pendant toute la manipulation (fig.8 HMT=20 m).

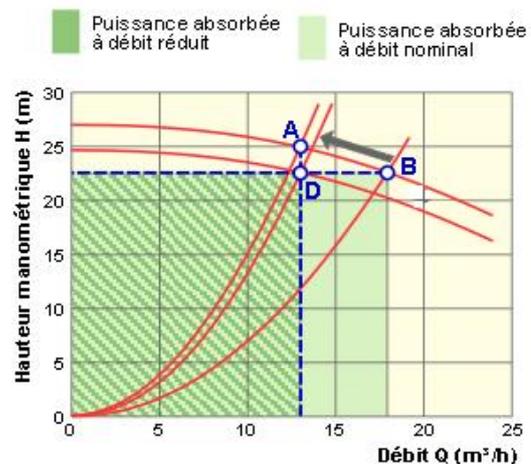


Fig 9 Variation de débit par utilisation d'une vanne en aval. [5][6].

Le point de fonctionnement de la pompe se situe entre ces deux modes de fonctionnement. Le vannage entraîne un déplacement de point de fonctionnement de la pompe (de point B vers le point A, figure.9) et parfois risque de sortir de la plage d'utilisation de la pompe.



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



V. CONCLUSION

Au cours de notre travail de recherche, nous avons remarqué que la fréquence et le mode du vannage à des conséquences sur la baisse du rendement de la pompe ainsi que l'augmentation de la consommation électrique du moteur de cette dernière. Il provoque le déplacement du point de fonctionnement au risque de sortir de la plage d'utilisation de la pompe.

La pompe solaire atteint son rendement maximum ou point de fonctionnement nominal qui dépend de l'ensoleillement, débit et hauteur de pompage.

Le vannage n'est pas la meilleure solution pour varier le débit et atteindre l'HMT désirée. D'autres solutions existent telle que la variation de débit en faisant varier la vitesse de rotation de la pompe. Mais cette solution reste à prouver pour les pompes solaires immergées.

REFERENCES

- [1] A. Labouret, M. Viloz. Énergie solaire et photovoltaïque, 2ème édition, technique et ingénierie : série environnement et sécurité .Paris, Dunod, 2005, 303 pages.
- [2] A. Hadj Arab," L'énergie solaire photovoltaïque" , Bulletin des Energies Renouvelables. CDER, Algérie, N° 19 2011.
- [3] A. Hadj Arab, M. Benganem et A. Gharbi 1, " Dimensionnement de Systèmes de Pompage Photovoltaïque", Energy. Renouvelable. Vol.8 (2005) p.19 - 26
- [4] Pumps (ACF) : le pompage,© ebook [Online]. Available: [http:// www.watersanitationhygiene.org](http://www.watersanitationhygiene.org)
- [5] J. Schonek. Efficacité énergétique : les bénéfices apportés par la vitesse variable dans la circulation des fluides, Cahier technique n° 214 [Online]. Available: www.engineering.schneider-electric.ma/
- [6] The ENERGIEPLUS-LESITE website. [Online]. Available: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10958>