



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et
Renouvelables
The 3rd International Seminar on New and Renewable
Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 13 et 14 Octobre 2014



Système de Pompage PV au Fil du Soleil: Evaluation Expérimentale des Performances

N. Benbaha, A. Melit, Y. Bakelli, A. Boutadara et H. Ammar

Unité de Recherche Appliquée en Energie Renouvelable, URAER, Centre de Développement des Energies Renouvelables,
CDER, 47133, Ghardaïa, Algeria
Benbaha_n@uraer.dz

Résumé – Le système largement utilisé est celui dit « au fil du soleil », il est le plus fiable puisque l'énergie photovoltaïque est utilisée directement à partir des panneaux. La pompe ne fonctionnera qu'en présence de lumière et dès que l'ensoleillement 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'ensoleillement qui varie au cours de la journée et au cours des saisons. Les pompes solaires étudiées au laboratoire pour simuler les conditions réel de fonctionnement (profondeur de puits, débit), sont installées dans à une profondeur fixée. Cet article pour objectif de montrer l'influence de la puissance absorbée et la HMT sur les différentes performances d'une pompe solaire installée au laboratoire. Des résultats expérimentaux sont présentés pour montrer la qualité des performances obtenues.

Mots clés – Pompage PV au fil du Soleil, Pompe-DC, Débit.

I. INTRODUCTION

Le soutien aux énergies renouvelables est clairement affiché comme étant l'un des objectifs du millénaire des Nations Unis qui nécessite l'adoption d'un calendrier et d'un soutien financier conséquents (subventions aux énergies renouvelables et substitution de celles-ci aux énergies fossiles). Ces financements doivent être utilisés pour encourager la recherche scientifique et développer les technologies; faciliter l'accès aux énergies renouvelables et leur diffusion; privilégier l'utilisation de ces énergies propres dans les transports en commun et les infrastructures urbaines; améliorer l'efficacité énergétique; rendre ces énergies abordables et diminuer les inégalités; etc... [1].

Dans les systèmes de pompage PV, le débit de l'eau pompée est considéré comme le paramètre le plus important dans l'évaluation des performances de tels systèmes. Ce dernier dépend de plusieurs facteurs influençant principalement les performances de ces systèmes [2]. Parmi ces facteurs, on trouve les paramètres météorologiques (Irradiation solaire et température ambiante du site considéré), les spécifications du générateur GPV (la caractéristique I-V, la surface, le rendement de conversion, l'inclinaison et la technologie) et les caractéristiques du groupe moteur-pompe (la caractéristique I-V de sortie du groupe moteur-pompe ainsi que la hauteur manométrique) [3]. Le point de fonctionnement du système de pompage dépend des caractéristiques courant-

tension (I-V) du groupe moteur-pompe et du générateur PV. Les caractéristiques I-V du générateur PV varient non linéairement avec l'irradiation solaire, la température ambiante, et le courant soutiré par le moteur électrique.

L'eau source de vie pour l'homme, les animaux et la végétation, est l'une des préoccupations majeure du 21^{ème} siècle pour toute la planète et surtout dans les régions où elle se fait rare et précieuse. Ainsi, l'Algérie a mis tous ses efforts et ses moyens pour assurer l'approvisionnement en eau dans toutes les régions du nord, par la construction de nouveaux barrages et dans le sud, par de grands projets, comme le transfert d'eau sud-sud (projet Ain-Salah-Tamanrasset). Ce projet gigantesque a pour but, d'assurer, pour les populations du grand sud, un confort en eau irréprochable ce qui oblige les autorités algériennes à chercher d'autres ressources d'approvisionnement en eau potable. Les immenses ressources en eau souterraines dont l'Algérie dispose, et qui ne sont pas encore exploitées, nécessitent l'usage de l'électricité, qui elle-même n'est guère disponible dans tout le Sahara. Une solution est d'utiliser l'énergie solaire photovoltaïque (PV) pour pomper de l'eau car l'emploi de groupe électrogène est confronté aux problèmes d'approvisionnement en carburants et à sa maintenance, toutefois, le prix des modules PV ainsi que leurs rendements restent un obstacle à sa vulgarisation, il est donc essentiel de savoir les utiliser efficacement [4].

Dans les zones Sahariennes, la demande en eau est très forte avec parallèlement en une disponibilité en rayonnement solaire tout aussi impressionnante. Le " Pompage Solaire " est ainsi une alternative optimale. Le système de pompage solaire photovoltaïque mis en place utilise la conversion du rayonnement solaire en électricité pour alimenter une pompe immergée dans un forage ou un puits.

II. SYSTEMES DE POMPAGE PHOTOVOLTAÏQUE

L'utilisation de sources d'énergie renouvelables induit le concept de stockage d'électricité ou de l'eau et ce en raison de la disponibilité intermittente de telles ressources. L'utilisation du stockage de l'eau est indispensable pour l'usage domestique ou bien pour l'irrigation. En particulier, les sites géographiquement isolés et non raccordés au réseau intégrant une source renouvelable telle que l'énergie solaire, un système de pompage photovoltaïque d'eau autonome est généralement alimenté par un



système comprenant un générateur photovoltaïque, un groupe moteur-pompe et un réservoir d'eau pour assurer la continuité de l'approvisionnement lorsque l'énergie solaire ne suffit pas. Le dimensionnement des composants du système joue un rôle primordial. Il est cependant nécessaire de réaliser une optimisation technico-économique d'un tel système de production-stockage [4].

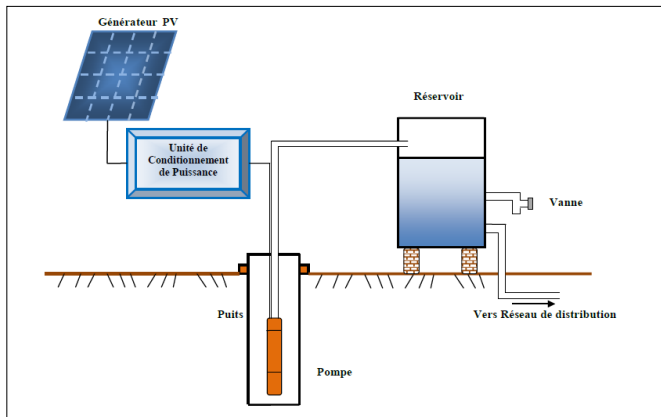


Fig.1 Schéma synoptique d'un système photovoltaïque de pompage de l'eau [5].

III. DESCRIPTION DU BANC D'ESSAIS DU SYSTEME DE POMPAGE SOLAIRE DE L'URAER

Le banc d'essai installé au niveau de l'URAER permet de tester et caractériser différents systèmes de pompage PV. Il permet de simuler des hauteurs de pompage dans des conditions réelles d'opération. Les intervalles de mesure peuvent atteindre 2,75 kW de puissance, 120 m de hauteur de pompage et 10 m³/h de débit d'eau. Les systèmes de pompage peuvent être alimentés soit à l'aide du générateur PV, soit à l'aide d'une alimentation DC programmable. Nous avons trois procédures de mesures différentes : mesures sans contrôle, mesures de la courbe *I-V* à hauteur constante, mesures de la courbe hauteur-débit à tension constante.

Ce banc d'essai est réalisé en acier inoxydable. Il est facilement démontable. Il est constitué des éléments suivants:

- Une cuve inoxydable d'une profondeur de 2m et 1m de diamètre ;
- Un circuit hydraulique ;
- Un puits ;
- Des capteurs de débit et de niveaux ;
- Armoire de visualisation ;
- Armoires de connexion et de configuration ;
- Un générateur photovoltaïque de 2,75 kW ;
- Un data-logger pour l'acquisition de données ;
- Un ordinateur personnel PC pour le stockage et le traitement des mesures.

1) *Générateur photovoltaïque*, le générateur photovoltaïque est un ensemble de modules connectés série/parallèle a fin d'obtenir une puissance et une tension désirées,

2) *Armoire de visualisation*, elle sert à visualiser les paramètres essentiels du système de pompage et permettre le choix de la configuration du système de pompage à savoir :

- Avec ou sans MPPT ;
- Pompe continue ou alternative ;
- Option de source auxiliaire.



Fig.2 GPV du banc d'essais de pompage (URAER)

3) *Circuit hydraulique*, la figure suivante représente un circuit fermé possède deux débitmètres l'un pour petits débits et autre pour les grands, vanne de régulation et deux vannes papillon de diamètre 50 mm.



Fig. 3 Banc d'essai de pompage (Laboratoire pompage solaire URAER)

4) *Acquisition de données*, le data-logger Agilent, modèle 34970A permet l'acquisition des données. Il comporte deux cartes:

- La 34001A est un module de 20 entrées analogiques



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 13 et 14 Octobre 2014



indépendantes plus 2 entrées pour la mesure du courant DC ou AC (100 nA-1A).

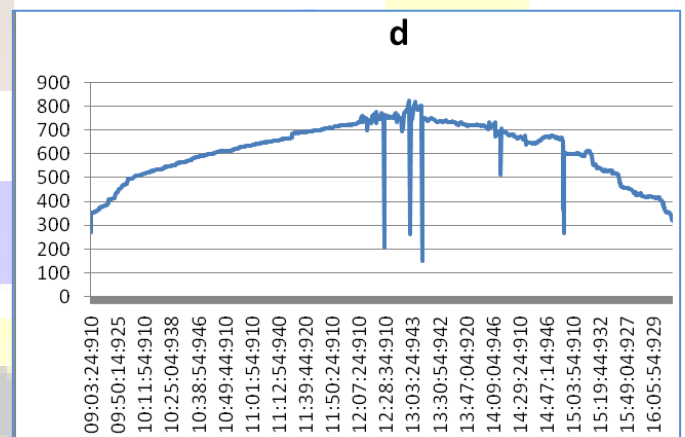
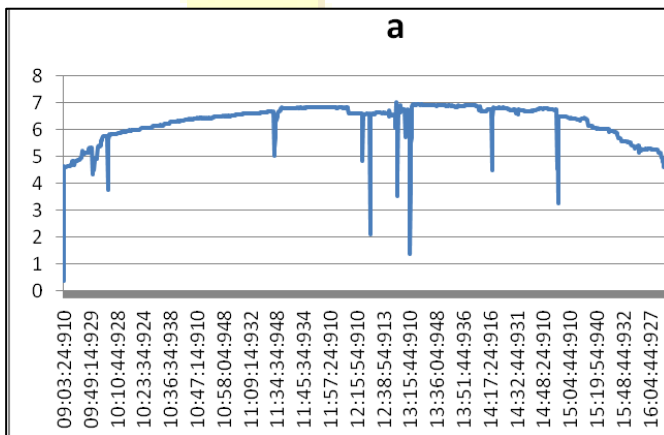
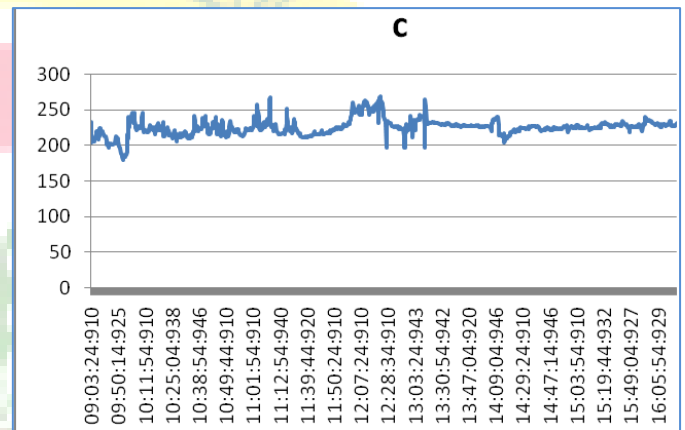
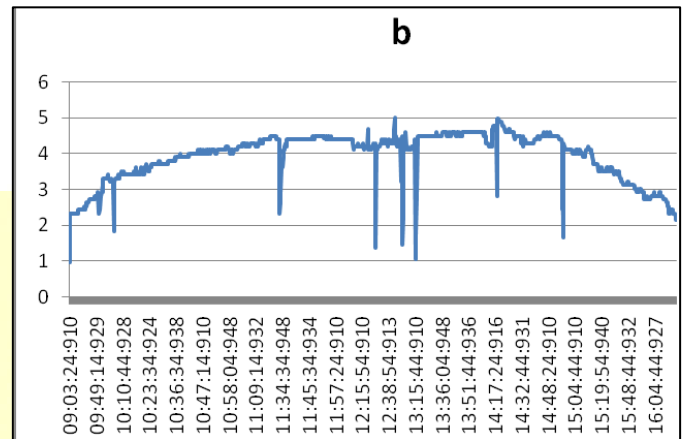


Fig.6 Data logger et Ordinateur (Laboratoire pompe solaire URAER)

- La carte 34002A correspondant à un module de 16 entrées analogiques indépendantes de 300V.

IV. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les figures suivantes représentent une caractérisation d'une pompe-DC (Grundfos 900W), le but était de garder la hauteur de pompage fixe (15, 12 et 8m) en ajustant la vanne manuelle de régulation de débit (Voir Fig. 3), cette vanne nous permet de garder la hauteur constante malgré les variations de l'éclairement solaire.



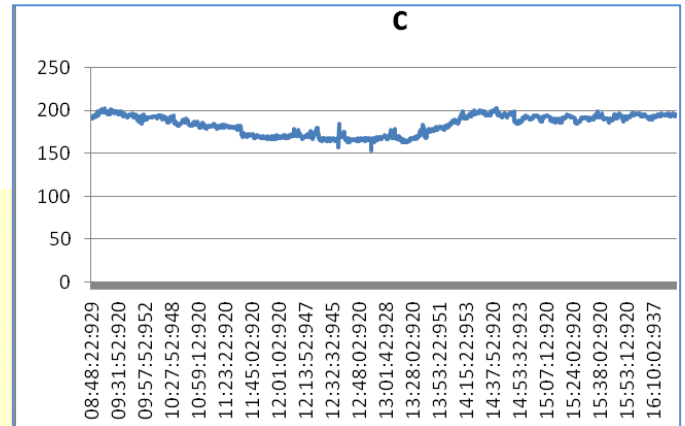
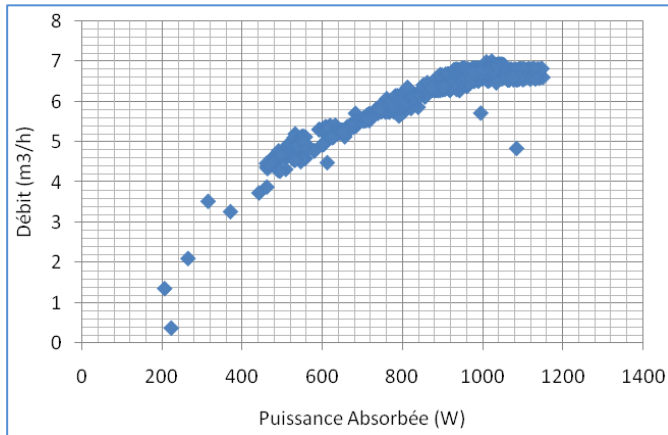


Fig.4 Échantillon des résultats expérimentaux, le 23/12/2013, 15 m
a) Débit, b) Courant, c) Tension, d) Eclaircement

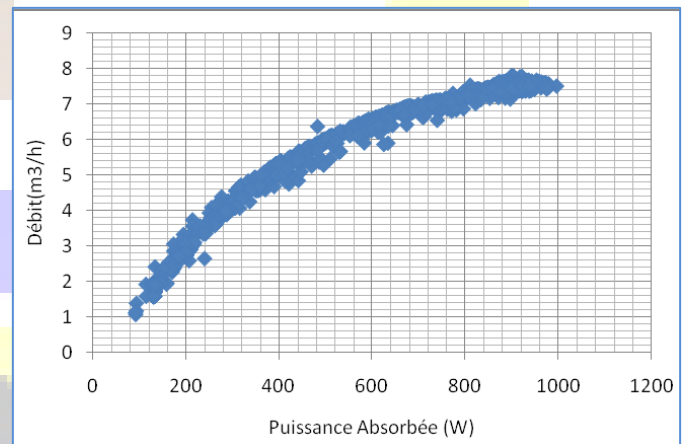
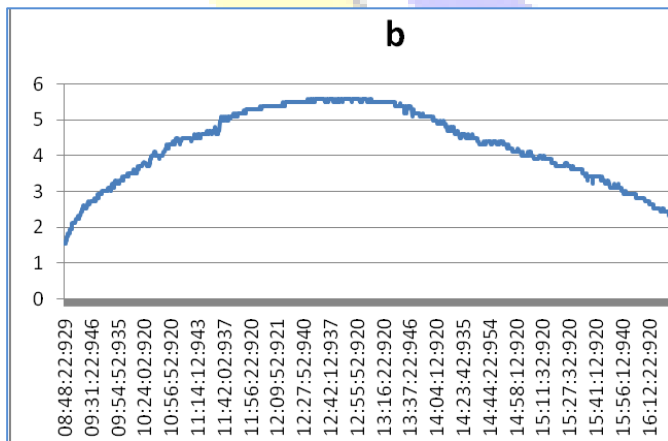
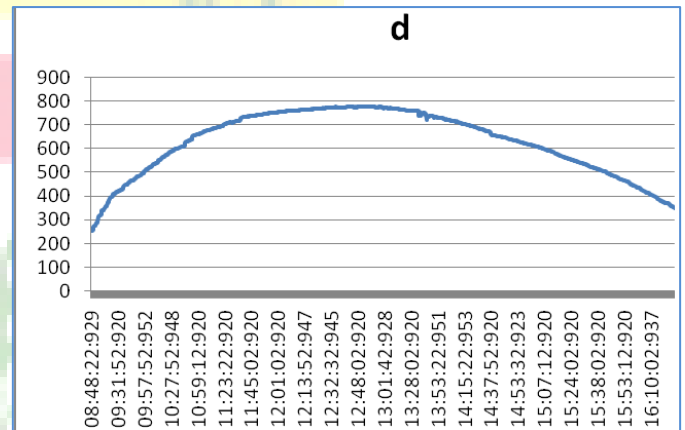
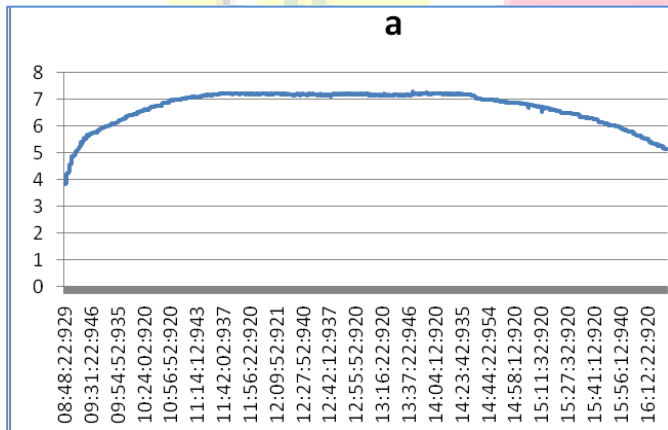


Fig.5 Échantillon des résultats expérimentaux, le 25/12/2013, 12m
a) Débit, b) Courant, c) Tension, d) Eclaircement

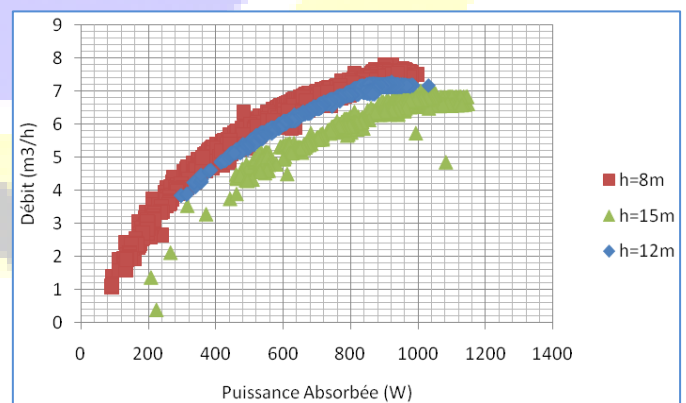
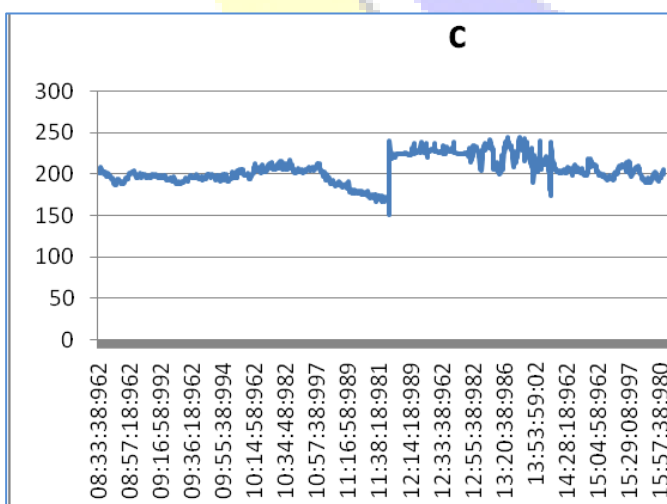
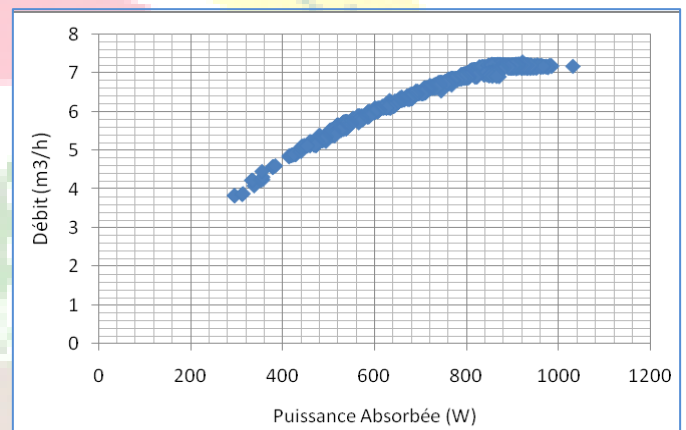
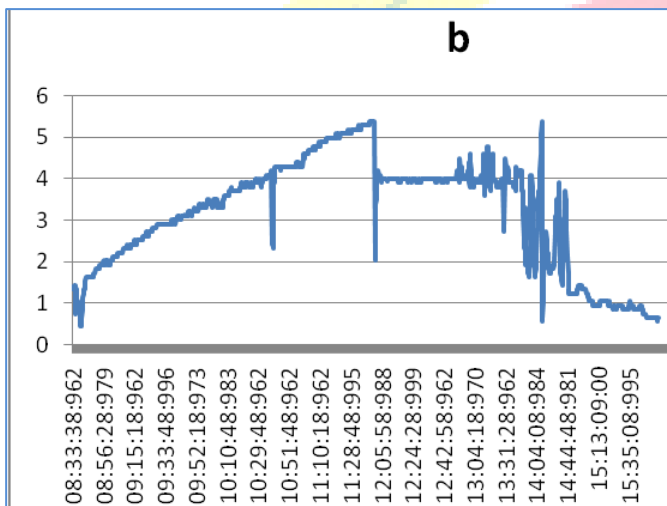
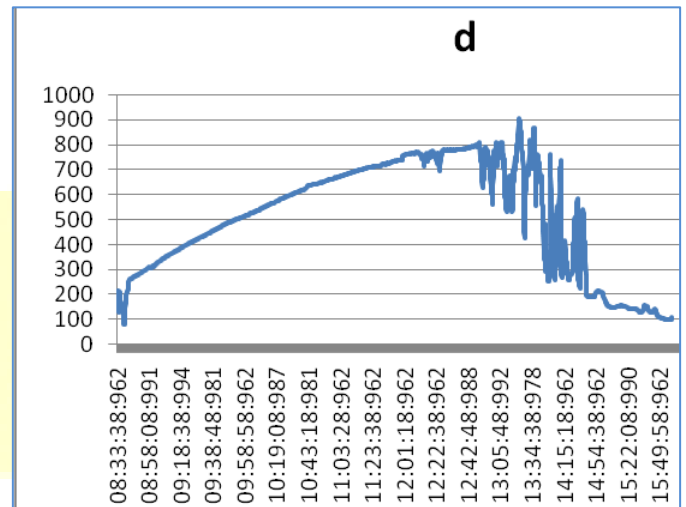
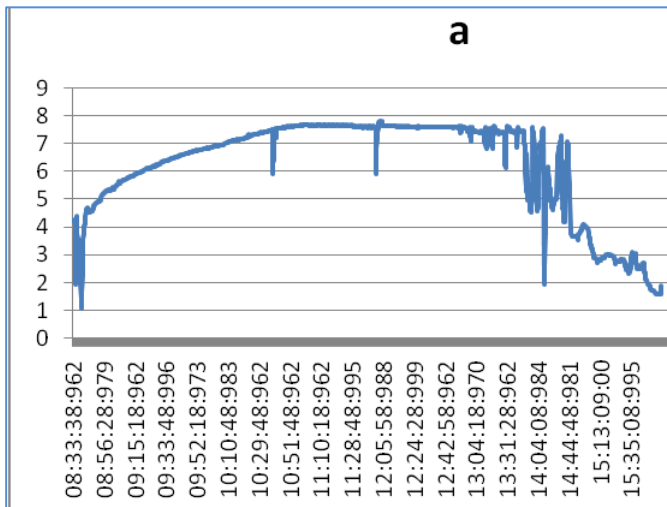


Fig.6 Échantillon des résultats expérimentaux, le 25/12/2013, 8 m
a) Débit, b) Courant, c) Tension, d) Eclaircement

Fig. 7 Débit (m³/h) en fonction de la puissance absorbée (W) pour différentes hauteurs (8,12 et 15).



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 13 et 14 Octobre 2014



V. CONCLUSION

D'après les résultats expérimentaux obtenus, on remarque que les performances d'un système de pompage PV au fil du soleil sont très liées au climat c'est-à-dire la valeur et la variation de l'éclairement pendant la journée (présence ou non des nuages).

Ce système est simple à implanter, mais ne fonctionne pas d'une manière continue à son point optimum; cela est dû à la variation continue de l'ensoleillement solaire.

Le temps de démarrage de l'ensemble moteur-pompe à courant continu est plus large. En plus, pour des caractéristiques constantes de charge, le système commence à tourner seulement à niveau d'ensoleillement élevé.

REFERENCES

- [1] www.cder.dz.
- [2] P.K. Koner, "Optimization techniques for a photovoltaic water pumping system", *Renewable Energy*, vol. 6, no. 1, p. 53–62, Feb. 1995,
- [3] Z. A. Firatoglu and B. Yesilata, "New approaches on the optimization of directly coupled PV pumping systems", *Solar Energy*, vol. 77, no. 1, p. 81–93, 2004,
- [4] Yahia BAKELLI "Contribution à l'optimisation du dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque autonome" Thèse de doctorat, université de Batna, 2012,
- [5] Y. Bakelli, A. Hadj Arab, and B. Azoui "Optimal sizing of photovoltaic pumping system with water tank storage using LPSP concept" *Solar Energy*, vol. 85, p. 288–294, Feb. 2011.

