



## Etude des performances d'un système de pompage par aérogénérateur de petite puissance

Souad Bousalem, Rachid Maouedj, Lalia Aici, Boumediene Benyoucef

### ► To cite this version:

Souad Bousalem, Rachid Maouedj, Lalia Aici, Boumediene Benyoucef. Etude des performances d'un système de pompage par aérogénérateur de petite puissance. Jean-Jacques BEZIAN. JITH 2007, Aug 2007, Albi, France. ENSTIMAC, 5p., 2007. <hal-00164060>

**HAL Id: hal-00164060**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00164060>**

Submitted on 29 Aug 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# ETUDE DES PERFORMANCES D'UN SYSTEME DE POMPAGE PAR AEROGENERATEUR DE PETITE PUISSANCE

Souad BOUSALEM<sup>1\*</sup>, R.MAOUEDJ1, Lalia AICI<sup>2</sup> & Boumedene BENYOUCEF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables  
Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire de physique théorique, Bel horizon.Tlemcen.Algérie

\*s\_bousalem@yahoo.fr

**Résumé :** L'eau est une source vitale de l'humanité. De multiples usages font appel à ce milieu complexe. La croissance démographique et l'évaporation des eaux de surface conduisent aujourd'hui à une situation alarmante ce qui incite à profiter autant que possible des eaux souterraines. Notre étude présente un système de pompage éolien électrique d'une puissance 1500w. Le débit journalier qui pourrait être obtenu par ce système est calculé pour les régions de Tindouf et Adrar et ceci pour différentes hauteurs manométriques. Notre objectif est de déterminer les facteurs permettant l'optimisation du rendement hydraulique de notre système en se basant sur les caractéristiques des sites et celles de l'aérogénérateur.

**Mots clés:** Aérogénérateur, pompage éolien, vitesse du vent, débit journalier.

## 1. INTRODUCTION

La demande rurale de l'eau pour l'irrigation et pour l'utilisation domestique augmente; en même temps, les précipitations diminuent dans beaucoup de pays arides, ainsi l'eau de surface devient rare ; les eaux souterraines semblent être la seule alternative à ce dilemme, mais la nappe d'eaux souterraines diminue également, ce qui rend le pompage traditionnel difficile. Le diesel, l'essence, et les moulins à vent ont été employés pour le pompage mécanique de l'eau. Cependant, des pompes plus fiables, solaires (photovoltaïque [pv]) et éolienne émergent maintenant sur le marché et deviennent rapidement plus attractives que les sources d'énergie traditionnelles [1]. Ces technologies, sont actionnées par des sources d'énergie renouvelable (solaires et vent), particulièrement utiles dans les sites éloignés. On dénombre essentiellement deux méthodes de pompage éolien : le pompage éolien mécanique et le pompage éolien électrique à partir d'un aérogénérateur. La première méthode convient bien pour les puits peu profonds et les petits débits [2]. Le pompage éolien à partir d'aérogénérateur présente plus d'avantages que le pompage éolien mécanique [3] surtout en ce qui concerne les quantités d'eau pompées. Dans le présent travail, un système de pompage éolien à l'aide d'un aérogénérateur de 1,5 kw de puissance nominale est présenté. Le débit journalier qui pourrait être obtenu par ce système est calculé pour les régions de Tindouf et Adrar et ceci pour différentes hauteurs manométriques. Notre objectif est de déterminer les facteurs permettant l'optimisation du rendement hydraulique de notre système en se basant sur les caractéristiques des sites et celles de l'aérogénérateur.

## 2. MODELISATION MATHÉMATIQUE

La puissance moyenne annuelle fournie par un aérogénérateur est donnée sous la forme suivante [4] :

$$\bar{P} = \int_0^{\infty} P(V) \cdot f(V) \cdot dV \quad (1)$$

La variation de la puissance utile fournie est exprimée à l'aide, du système d'équations suivant, appelé aussi loi quadratique.

$$P(V) = \begin{cases} 0 & \text{si } V < V_d \\ a+b \cdot V + c \cdot V^2 & \text{si } V_d < V < V_n \\ P_n & \text{si } V_n < V < V_c \\ 0 & \text{si } V > V_c \end{cases} \quad (2)$$

et

$$f(V) = \left(\frac{k}{C}\right) \cdot \left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{V}{C}\right)\right]^k \quad (3)$$

Le débit d'eau puisé à une hauteur manométrique  $H_m$  est donné par la formule suivante [5]:

$$Q = \frac{\eta \cdot \bar{P}}{\rho_e \cdot g \cdot H_m} \quad (4)$$

### 3. ESTIMATION DU DÉBIT

La simulation de fonctionnement est effectuée pour deux sites Adrar et Tindouf dont on a pu avoir les données météorologiques.

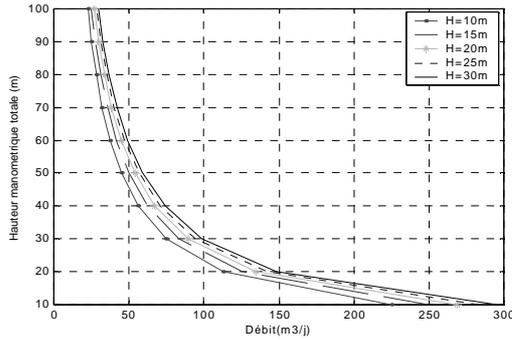
Pour cette étude nous avons proposé un aérogénérateurs de puissance nominale 1500w dont les caractéristiques sont les suivantes [6] :

Constructeur	Puissance Nominale $P_n$ (watts)	Nombre de pales	Vitesses (m/s)
Bergey (USA)	1500	3	Vd=3,6 Vn=10 Vc=20

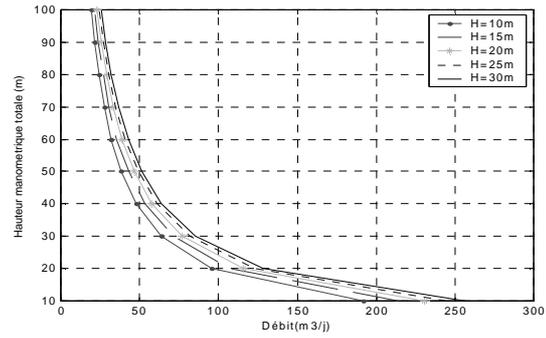
Tableau1 : Principales caractéristiques de l'aérogénérateur Bergey 1500

Pour la simulation des débits journaliers fournis par notre système, une estimation du rendement global est indispensable.

Dans les systèmes de pompage par aérogénérateur, ce dernier est directement connecté à la pompe (sans convertisseur de puissance); la pompe utilisée est une pompe centrifuge à moteur asynchrone qui fonctionne à puissance et vitesse de rotation variable ; Ces conditions de fonctionnement font que le rendement global du système varie avec la vitesse du vent et la taille de la pompe. Ainsi, selon des données de constructeur, pour un aérogénérateur de 1500w le rendement optimal est de 45% environ. Pour un aérogénérateur de 10 000w, le rendement est de l'ordre de 65%. [7]



a) Adrar



b) Tindouf

Figure 1. Variation du débit moyen fourni avec la hauteur manométrique pour différentes hauteurs du pylône (Bergey 1500)

Bergey 1500 w								
Hauteur manométrique (m)	Hauteur du pylône (m)	Puissance produite par l'aérogénérateur (kwh/an x 10 <sup>3</sup> )		Débit (m <sup>3</sup> /j)		Hauteur manométrique (m)	Débit (m <sup>3</sup> /j)	
		Adrar	Tindouf	Adrar	Tindouf		Adrar	Tindouf
70	10	4,98	4,23	32,19	27,37	20	112,67	95,80
	15	5,53	4,73	35,75	30,57		125,13	107,00
	20	5,94	5,10	38,40	32,98		134,42	115,45
	25	6,27	5,40	40,53	34,93		141,86	122,29
	30	6,45	5,66	42,30	36,58		148,06	128,05

Tableau 1 : Puissances et débits prévus par l'aérogénérateur de 1500w pour les deux sites et pour deux hauteurs manométriques 20 et 70m.

De ces résultats on constate que :

-Le débit moyen s'avère plus important lorsque la hauteur du pylône est considérable (car la puissance moyenne produite par le générateur éolien augmente avec la hauteur du pylône). De ce fait, le nombre de foyers alimentés en eau sera plus important.

- lorsqu'on pompe à des faibles profondeurs, les débits moyens sont plus importants que ceux obtenues à des grandes profondeurs.

Le fait de doubler la hauteur du pylône en passant de 15 à 30 mètres permet de gagner jusqu'à 12 % sur la vitesse du vent soit environ 20% sur le pompage pour les deux sites.

Hauteur du pylône (m)	Gain énergétique (%)	Gain hydraulique (%)
15	11	11
30	16.7	20

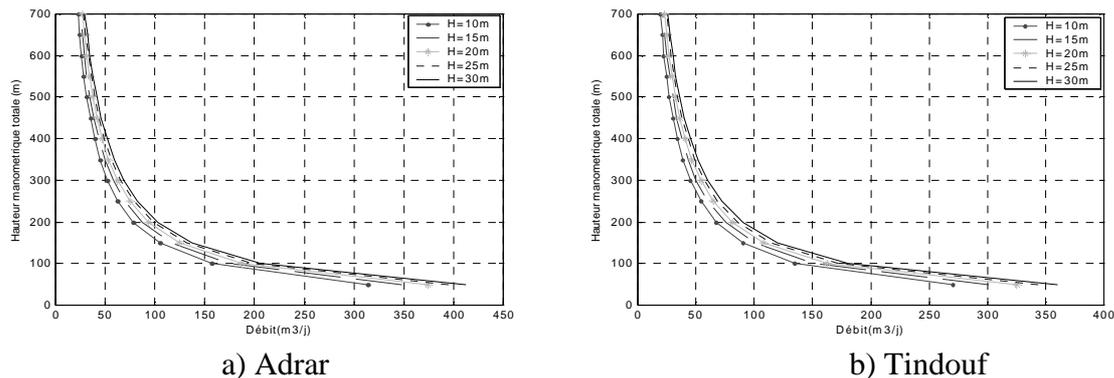


Figure 2. Variation du débit moyen fourni avec la hauteur manométrique pour différentes hauteurs du pylône (Bergey 10 000w)

On constate sur cette figure (2) que pour les mêmes hauteurs du pylône (15 m et 30 m par exemple), et pour les mêmes hauteurs manométriques (20 m et 70 m), les débits que nous avons obtenus s'avèrent beaucoup plus importants par rapport à ceux obtenus pour l'aérogénérateur de 1500w. A Adrar ; Ils sont de l'ordre de 248,54 et 294,68 m<sup>3</sup>/j pour une hauteur manométrique de 70 mètres, et de 8699 et 1031,4 m<sup>3</sup>/j pour une hauteur manométrique de 20 mètres et ceci pour un mât de 15 et 30 mètres respectivement. Et on a pu approximativement, avoir les mêmes débits avec cet aérogénérateur pour des hauteurs manométriques vraiment importantes (500 m pour un pylône de 15m de hauteur et 620m pour un pylône de 30m).

#### 4. CONCLUSION

Pour un site isolé et assez bien venté, l'utilisation de l'énergie éolienne pour le pompage de l'eau peut s'avérer indispensable et très compétitive par rapport à d'autres sources d'énergie. Nous avons présenté dans ce travail une méthode de pompage éolien électrique à partir d'un aérogénérateur de 1,5kw. Les débits d'eaux pompés mensuellement ont été estimés pour les régions d'Adrar et Tindouf, Nous avons montré que :

- Le débit moyen est important lorsque la hauteur du pylône est considérable (car la puissance moyenne produite par le générateur éolien augmente avec la hauteur du pylône). De ce fait, le nombre de foyers alimentés en eau sera plus important.

- lorsqu'on pompe à des faibles profondeurs, les débits moyens sont plus importants que ceux obtenus à des grandes profondeurs.

- l'aérogénérateur type de 1500w peut être installé sur des puits de 100m de profondeur maximale et dans le cas où les besoins en eau sont faibles, et pour des puits plus profonds l'installation d'un aérogénérateur de puissance nominale plus importante s'avère plus rentable.

**Nomenclature**

$\bar{V}$	Vitesse moyenne, $m/s$	$P_n$	Puissance nominale, <i>Watt</i>
$V_c$	Vitesse de coupure, $m/s$	$\bar{P}$	Puissance moyenne annuelle, <i>Watt</i>
$V_d$	Vitesse de démarrage, $m/s$	$\rho_e$	Masse volumique de l'eau, $kg/m^3$
$V_n$	Vitesse nominale, $m/s$	$g$	Intensité moyenne de la pesanteur, $m/s^2$
$f(V)$	Densité de probabilité	$H_m$	Hauteur manométrique totale, $m$
$C$	Paramètre d'échelle, $m/s$	$Q$	Débit moyen, $m^3/s$
$k$	Paramètre de forme		

**Références**

- [1] Z. Al Suleimani, Wind-powered electric water-pumping system installed in a remote location", *Applied Energy*, 65, 339±34,2000
- [2] R. David., que sais je « La conversion des énergies », Presses Universitaires de France, Paris, 1966.
- [3] O.BADRAN, Wind turbine utilization for water pumping in Jordan'. *Journal wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 91, 1203-1214, 2003
- [4] J.HLADIK, Energétique éolienne, chauffage éolien, production d'électricité, pompage. Edition MASSON, Paris, 1984.
- [5] R.N. Clarck and Mulh K.E, water pumping for livestock, *wind power proceedings*, USA (1992).
- [6] L. Hammane., A. Khellaf., N. Ait. Messaoudene., Estimation de la puissance moyenne annuelle de sortie d'une éolienne ,5<sup>ème</sup> Séminaire International sur la Physique Energétique, Bechar, 07-09 Novembre 2000.
- [7] K. AMEUR, Pompage de l'eau à l'aide d'un aérogénérateur, *Energie renouvelable*, 06-57, 2000