

- **Président d'honneur :**
Pr.NIAR Abdelatif
- **Directeur de la revue et de rédaction :**
Pr. DELLAL Abdelkader, *Directeur de Laboratoire d'Agro-Biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi Arides*
- **Directeur de Publication:**
Pr. MAATOUG M'hamed
- **Comité de rédaction :**
Mr AIT HAMMOU Mohamed
Dr REZZOUG waffa
Dr SASSI mohamed
- **Contrôle technique et suivi de publications:**
AIT AMRANE Abdsalem, responsable de la bibliothèque de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

➤ **Soumission des articles :**

Les manuscrits (original et deux copies) doivent être envoyés à l'adresse suivante :

Revue : Ecologie - Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun BP 78, Tiaret 14000, Algérie

Tél/Fax : 0021346453494

Page Web : <http://www.univ-tiaret.dz>

E-mail: revue_eco@mail.univ-tiaret.dz

Comité Scientifique

Pr. DELLAL Abdelkader, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Pr. SAHNOUNE Mohamed, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Pr. MAATOUG M'hamed, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Pr. LATIGUI Ahmed, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Pr. BENABDELLI Khéloufi, Centre Universitaire de Mascara, Algérie.

Pr. GARREC Jean pierre, Laboratoire de Pollution atmosphérique, Nancy, France.

Pr. HELLAL Benchaaben , Université Djillali Liabès, Algérie.

Pr. BELHKODJA Moulay, Université d'Es-Senia, Oran, Algérie.

Pr. LATRECHE Ali, Université Djillali Liabès, Algérie.

Dr. ADDA Ahmed, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Dr. MERAH Othmane, Laboratoire de chimie agroindustrielle, UMR 110 ENCIASET Toulouse, France.

Dr. MOTHE Frédéric, INRA de Nancy France.

Dr. HADJ AHMED Ahmed, Université de Damas, Syrie.

Dr. KHALDI Abdelkader, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Dr. HADJ SAID Aissa, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Dr. ZERARKA Abdelkader, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

Dr. AYMAN suleiman , Université Amman , Jordanie.

Dr. REZZOUG Waffa, Université Ibn Khaldoun, Algérie.

**ETUDE ET EXPLOITATION DU GISEMENT EOLIEN
POUR LE POMPAGE D'EAU EN MILIEU STEPPIQUE
CAS DE LA REGION DE OUED-TOUIL KSAR-
CHELLALA, ALGERIE
M. B. Laouisset**

Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides CRSTRA,
Biskra, Algérie **E-mail : agristeppe@yahoo.fr**

Résumé :

La présente publication porte sur l'étude et l'exploitation du gisement éolien dans la région de Ksar-Chellala / Oued-Touil, dans le but d'aider et encourager les agro-éleveurs de cette région steppique dont le climat est aride, pour bénéficier de ce gisement surtout pour le pompage de l'eau à des fins d'irrigation. Donc, la disponibilité de l'énergie, quelque soit sa forme, est une composante principale dans les projets d'aménagement hydro-agricole. Cependant, pour déterminer les caractéristiques climatologiques et énergétiques de cette région, on a fait recours à des méthodes statistiques et à l'utilisation du modèle WASP. Les données d'entrées de ce modèle sont les mesures du vent de la station météorologique de Ksar-Chellala, la description de l'environnement proche et lointain de cette station et les données orographiques. En outre, la détermination des besoins énergétiques du pompage de l'eau d'une exploitation agricole sis dans cette région, nous a permis de faire un choix optimal pour la détermination des dimensions du système de conversion de l'énergie éolienne (aérogénérateur) qui est destiné à couvrir ces besoins énergétiques.

Mots clés : aménagement hydro-agricole, énergie éolienne, développement durable, région steppiques

Abstract :

This work concerns the study and the exploitation of the Wind Resources Potential of the Ksar-Chellala/Oued-Touil region, Algeria, with the purpose of helping and of encouraging the agro-stockbreeders of this steppe region whose climate is arid, to profit from this wind power especially for the pumping of water at ends of irrigation. Therefore, the availability of energy, some is its form, is a principal component in the projects of hydro-agricultural installation. However, to determine the climatologically and Wind Resources Potential characteristics of this region, one made recourse to statistical methods and the use of model WASP (Wind analyzes and system program). The input data of this model are the wind data of the weather station of Ksar-Chellala (35°.10N, 2°.19E), the description of the near and distant environment of this station and the topographical data. In addition, the determination of the energy needs for the pumping of

the water of a farm located in this region, us a makes it possible to make a best alternative for the determination of dimensions of the conversion system of the wind power (Wind Turbine) which is intended to meet these energy needs.

مـاـلـخـصـ

تحتوي هذه الدراسة على دراسة وكيفية استغلال طاقة الرياح في منطقة قصر الشلالـة - واد الطويل، وهذا من أجل مساعدة وتشجيع المزارعين و مربى المواشي لهذه المنطقة السهبية ذات المناخ الجاف. تستغل هذه الطاقة عن طريق طاحونة رياح لضخ المياه الجوفية المعتبرة في هذه المنطقة واستغلالها لسقي محاصيلهم. إن توفير الطاقة مهما يكن شكل هذه الطاقة يعتبر عنصر ضروري لإنجاز المشاريع المتعلقة بالتهيئة المائية الزراعية. لأجل هذا يتم استنباط الخصائص المناخية و الطاقوية لهذه المنطقة باستعمال علم الإحصاء ضف إلى هذا استعمال بعض النماذج الحاسوبية مثل نموذج WASP (نموذج لحساب طاقة الرياح في مكان ما). المعلومات التي تدخلها في هذا النموذج هي : قياسات الرياح في محطة الأرصاد الجوية لقصر الشلالـة (35°.10N, 2°.19E)، جرد كل ما يوجد حول نقطة القياس من مصادر الرياح، خصوصة الأرض، سلاسل جبلية، بالإضافة إلى كل هذا إن حساب ميزانية الطاقة المستمرة فلاحية ما موجودة في هذه المنطقة يساعدنا لاختيار أمثل لحساب أبعاد طاحونة الرياح.

Introduction

Les programmes de développement de l'agriculture notamment ceux de la gestion des périmètres irrigués ne peuvent jamais atteindre leurs objectifs sans prendre la mobilisation des ressources hydriques comme la principale action à soutenir et à résoudre ses problèmes existants par un plan de gestion global et professionnel.

L'irrégularité spatiale et temporelle des précipitations dans la région de Ksar-Chellala fait que toute action d'intensification agricole nécessite le recours à l'irrigation.

La mobilisation des ressources hydriques dans cette région se fait en général par le biais des forages et/ou des puits s'alimentant dans les différents systèmes hydrogéologique.

L'«énergisation» - quantitative et qualitative - de la chaîne de production alimentaire, sur la base de sources diversifiées et d'une meilleure utilisation de l'énergie commerciale, est une des clés de la sécurité alimentaire et de l'amélioration des conditions de vie des populations rurales.

En exploitant le potentiel qu'offrent les sources d'énergie renouvelables, les agroécotechnologies et les arrangements institutionnels et financiers innovateurs, les zones rurales pourraient passer directement à des systèmes d'énergie plus durables et accéder à la sécurité alimentaire.

Il existe néanmoins un risque. Le secteur de l'énergie est en rapide évolution, vers un meilleur rendement énergétique, des sources d'énergie renouvelables, une industrialisation moins intensive et un recyclage énergétique. L'agriculture va progresser elle aussi et gagner en viabilité grâce à des techniques telles que l'agriculture biologique, à un meilleur aménagement des eaux et des sols etc ...

A moyen terme, l'enjeu est que ces changements profitent aux ruraux pauvres. Dans le cas contraire, ceux-ci risquent d'être exclus de la course vers la durabilité et donc d'être soit confrontés à une situation de chaos dans les zones rurales, soit contraints à un exode massif vers les agglomérations.

Suite aux rapports d'activité de la FAO, juin 1997 et particulier les résolutions du chapitre 14 qui a étalé la notion de l'agriculture et du développement rural durables (ADRD) en 12

domaines d'activité : parmi ces domaines, on peut citer le domaine de la diversification de l'énergie rurale.

Dans le cadre de cette perspective de développement durable, l'Algérie doit nécessairement accroître et diversifier la disponibilité des ressources énergétique tels que les énergies renouvelables : énergie éolienne, solaire, etc... si, elle veut assurer les conditions de son développement. Cependant, la question de fond est de savoir comment cet accroissement indispensable devrait s'effectuer?, selon quelles modalités?, quelles rythmes? et suivant quels choix? Or, l'Algérie éprouve de plus en plus de difficultés à assurer autant qu'elle le souhaite un approvisionnement efficace en énergie, à mobiliser les financements indispensables pour construire des systèmes énergétiques cohérents et les approvisionner. Dans un tel contexte, les perspectives de développement énergétique des zones rurales semblent à priori désespérées.

Donc le choix optimal d'un système éolien destiné à couvrir en totalité ou partiellement des besoins énergétiques bien définis (fourniture d'électricité, pompage de l'eau, éclairage ou chauffage etc...) doit s'appuyer à la fois sur la connaissance de l'énergie éolienne au site d'implantation, la détermination des besoins énergétiques de pompage de l'eau comme dans notre cas d'étude et également sur les caractéristiques techniques, les conditions d'installation, d'utilisation et d'entretien des différentes machines commercialisées et sur un bilan économique globale du système éolien.

Néanmoins, en amont d'un plan de gestion d'une exploitation agricole, l'estimation des besoins en eau pour l'irrigation et par conséquent la détermination de l'énergie produite par un système éolien installé au niveau de cette exploitation sont donc des éléments déterminants dans l'utilisation efficace de l'énergie éolienne. Cette démarche nécessite donc, la connaissance de la distribution statistique de la vitesse du vent à la hauteur de l'axe du rotor de l'éolienne et des caractéristiques du système éolien (rendement global moyen ou de préférence la courbe de puissance en fonction de la vitesse du vent).

Finalement cette étude consiste à mettre à la disposition des exploitant agro-éleveurs de ces régions steppiques un document de base pour exploiter le gisement éolien disponible dans ces régions. En conséquence, faire un dimensionnement et un choix approprié d'un aérogénérateur destiné à couvrir les besoins énergétiques de l'exploitation agricole.

Matériel et méthodologie

Il est très important pour l'industrie éolienne d'être en mesure de décrire les variations de la vitesse du vent, c'est-à-dire le traitement statistique du vent. Les fabricants utilisent ces informations pour optimiser la conception des éoliennes dans le but de minimiser les coûts liés à la production d'électricité. Les investisseurs y compris les exploitants de l'énergie éolienne, eux, ont besoin de ces informations afin de pouvoir estimer le revenu lié à la production d'électricité. La qualité des statistiques d'une station peut être jugée à partir de l'information donnée par l'ensemble des statistiques de la station. Donc on distingue différents types de données utilisées pour cette étude et qui sont injectés dans le modèle WASP. En outre on a utilisé d'autres données qui sont liés à l'exploitation agricole.

Les données utilisés

Les données utilisées sont :

Une série de données de vent ; Données qui décrivent la variation de la rugosité du terrain autour de la station météorologique Données des dimensions des obstacles situés juste autour de la station ; Données qui décrivent la topographie du terrain; Une série de 18 ans des données des précipitations de la même station météorologiques ; Une série de 15 ans des données de l'ETP de la même station météorologiques ; Plan de cultures utilisées ainsi que leurs coefficients culturaux ; Caractéristiques hydrogéologiques du forage de l'exploitation agricole ; Fiches techniques d'une pompe immergée.

Les logiciels utilisés

Logiciel Mapinfo

Ce logiciel permet de synthétiser les données topographiques. La donnée de base est la digitalisation de la carte topographique de cette région, c'est-à-dire rendre cette carte numérisée.

Logiciel WASP

Ce logiciel permet de déterminer la climatologie régionale de la station professionnelle météorologique de Ksar-Chellala, on injectant les données suivantes :

Sept (07) ans de données tri-horaire de vent (force et direction du vent à 10 mètre) de la station météorologique; sont résumés sous forme d'histogrammes ;

Données qui décrivent la variation de la rugosité du terrain tout autour de la station jusqu'à un rayon de 5 Km ;

Données des obstacles situés autour de la station jusqu'à un rayon de 250 mètres ;

Des données d'une carte topographique numérisée du terrain de la station jusqu'à un rayon de 10 Km.

Cette climatologie régionale de la région de Ksar-Chellala est présentée sous la forme de tableaux (voir tableaux ci-dessous) représentant les valeurs des paramètres de la distribution statistique de Weibull « A » et « k » pour des conditions standard. Selon l'étude bibliographique, le modèle statistique de Weibull ajuste mieux les données de vent. Le schéma général des calculs effectués par le modèle WASP est illustré par la figure1. Chaque tableau se rapporte à une classe de rugosité standard. Pour chacune des directions, on calcule les paramètres de Weibull correspondants en utilisant les procédures d'ajustement connues en particulier la méthode de vraisemblance qui est utilisée par ce logiciel. On calcule ensuite les paramètres de Weibull pour les niveaux 10, 25, 50 mètres en utilisant cette fois le modèle qui tient compte de la stratification thermique.

Détermination des besoins énergétiques de la ferme agricole ;

L'aérogénérateur est destiné à remplir les besoins énergétiques de la ferme agricole. Donc le courant débité par l'aérogénérateur alimente une pompe immergée.

Suite aux données techniques de la pompe immergée, les caractéristiques hydrogéologiques du forage de l'exploitation agricole et les besoins en eau de l'exploitation agricole, on a estimé l'énergie demandée par la pompe c'est-à-dire les besoins énergétiques de l'exploitation agricole à 23684 KWh/an. En conséquence il nous faut la même énergie ou plus qui doit être débité par l'aérogénérateur. Pour cela il faut déterminer la puissance moyenne et choix des paramètres de l'aérogénérateur.

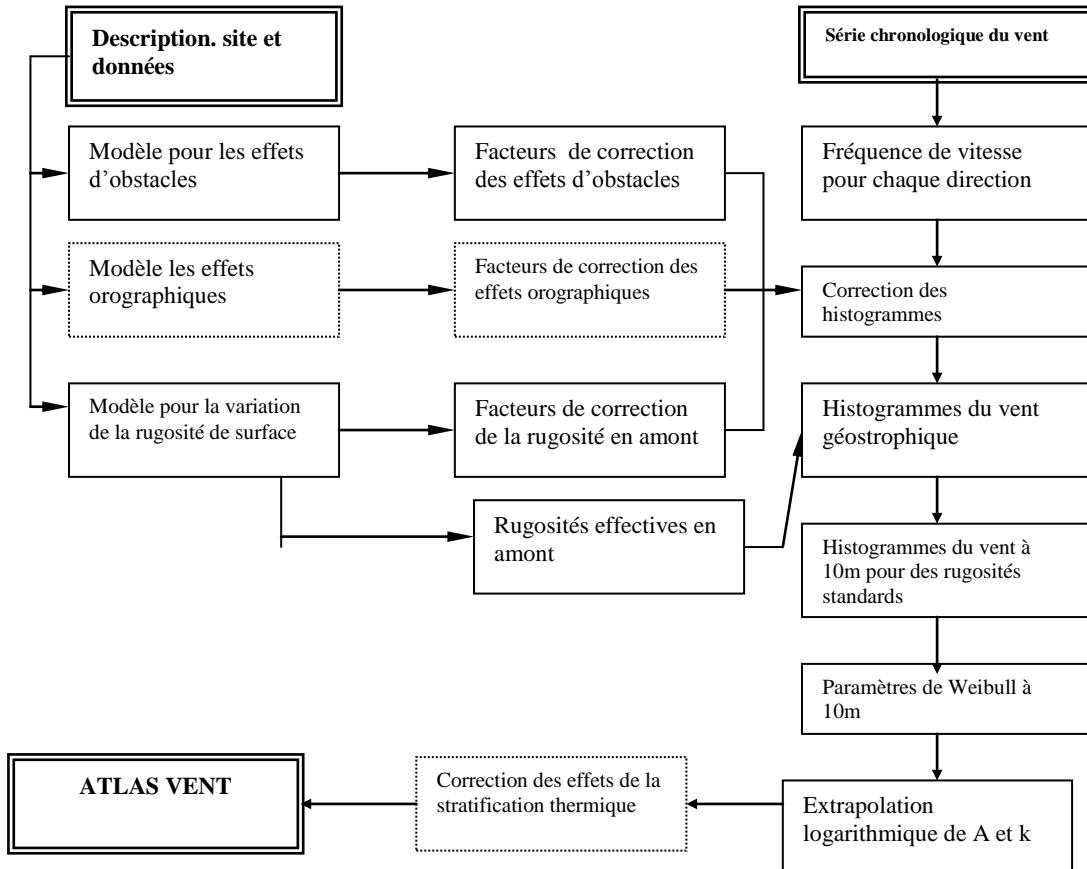


Fig. 1 : Description de la chaîne de calcul du modèle d'analyse de l'Atlas Vent telle qu'elle est exécutée par le logiciel WAS^{SP} d'après Troen et Petersen (1989).

Tab.I : Classe de rugosité "0"

z	0	45	90	135	180	225	270	315	Total	
10	A	6,7	2,8	2,7	1,0	6,3	4,4	8,8	7,9	5,8
	K	1,736	1,123	0,959	0,619	1,369	1,127	2,197	2,248	1,39
25		7,3	3,1	3,0	1,1	6,8	4,8	9,6	8,6	6,4
		1,79	1,15	0,99	0,63	1,39	1,15	2,25	2,32	1,42
50		7,9	3,4	3,3	1,2	7,3	5,2	10,3	9,3	6,9
		1,83	1,18	1,01	0,64	1,43	1,18	2,31	2,38	1,40
Fréq		13,7	9,8	9,0	7,6	12,1	10,3	19,3	18,3	100

Tab.II : Classe de rugosité "1"

z	0	45	90	135	180	225	270	315	total
10	4,4	1,9	1,7	0,6	4,2	2,8	6,0	5,3	3,9
	1,44	0,97	0,82	0,55	1,20	0,98	1,89	1,88	1,23
25	5,3	2,3	2,1	0,7	5,0	3,4	7,1	6,4	4,7
	1,55	1,04	0,87	0,57	1,25	1,03	2,01	2,03	1,29
50	6,2	2,8	2,6	0,9	5,8	4,1	8,2	7,4	5,5
	1,74	1,16	0,97	0,60	1,35	1,13	2,21	2,28	1,40
Fréq	13,7	9,8	9,0	7,6	12,1	10,3	19,3	18,3	100

Tab.III : Classe de rugosité "2"

z	0	45	90	135	180	225	270	315	Total
10	3,86	1,64	1,49	0,51	3,66	2,47	5,18	4,61	3,4
	1,459	0,975	0,826	0,557	1,217	0,982	1,896	1,881	1,24
25	4,8	2,07	1,91	0,65	4,52	3,1	6,38	5,69	4,2
	1,561	1,037	0,877	0,576	1,271	1,037	2,01	2,014	1,30
50	5,68	2,51	2,34	0,82	5,3	3,71	7,44	6,68	5,0
	1,725	1,139	0,955	0,607	1,357	1,119	2,189	2,229	1,39
Fréq	13,7	9,8	9,0	7,6	12,1	10,3	19,3	18,3	100

Tab.IV : Classe de rugosité "3"

z	0	45	90	135	180	225	270	315	Total
10	2,99	1,31	1,2	0,44	2,84	1,98	4,03	3,6	2,7
	1,443	0,986	0,842	0,576	1,209	1,006	1,893	1,9	1,25
25	3,96	1,76	1,63	0,61	3,74	2,65	5,29	4,74	3,5
	1,529	1,041	0,885	0,596	1,26	1,053	1,994	2,014	1,30
50	4,82	2,18	2,04	0,78	4,52	3,26	6,36	5,73	4,3
	1,658	1,123	0,951	0,627	1,33	1,127	2,143	2,189	1,38
Fréq	13,7	9,8	9,0	7,6	12,1	10,3	19,3	18,3	100

Tab.V : les valeurs calculées de la vitesse moyenne [m/s] et de la puissance totale moyenne du vent [W/m²] (à 800m d'altitude, avec T = 15°C, P=1013.25mb au niveau de la mer, $\rho = 1.111\text{Kg/m}^3$)

Z	Classe 0	Classe1	Classe 2	Classe3
10	5,28	252	3,64	103
25	5,80	324	4,34	159
50	6,28	418	5,00	212

Résultats et discussions

Les étapes à suivre pour le dimensionnement de l'aérogénérateur

Pour déterminer les dimensions de l'aérogénérateur qui destiné à couvrir les besoins énergétiques de la ferme agricole, on doit passer par les étapes suivantes :

Etape 1 :

Les besoins énergétiques de l'exploitation sont évaluer à 23684 kWh/an, on peut majorer ces besoins par une énergie annuelle de 24000 kWh/an. Donc la puissance moyenne débitée doit être de : $P = 24000.103 / 24 \times 365.25$; $P = 2738\text{ W}$

Etape 2 :

Le terrain du site d'installation de l'aérogénérateur est de rugosité « classe 1 », sans aucun obstacle autour du site d'installation, la hauteur choisie pour le moyeu de l'aérogénérateur est de 15 mètres. En conséquence, on utilise les données du tableau 2. Donc suite à une interpolation entre les nivaux 10 et 25 m, on peut déterminer les paramètres de Weibull à 15 mètres de hauteur pour le site d'installation et qui sont : $A_{site} = 4.25$, $K_{site} = 1.25$

Etape 3 :

Si le rotor est choisi avec un axe horizontal, $V_2 = 14\text{ m/s}$. De façon général pour des pâles à axes horizontaux ϵ_m varie entre 0.25 et .40, on prend $\epsilon_m = 0.30$

Nous avons le modèle suivant qui estime la puissance moyenne de sortie d'un aérogénérateur :

$$P = \left[\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \epsilon_m \cdot Ar \cdot A^3 \right] \left[3 \left(\frac{V_m}{A} \right)^2 \cdot \left\{ G_k \left(\frac{V_2}{A} \right) - G_k \left(\frac{2V_m}{3A} \right) \right\} \right]$$

Dans cette expression :

P : puissance moyenne de l'aérogénérateur qui doit débités pour satisfaire les besoins énergétiques

Ar : Surface de balayage

ϵ_m : Efficacité maximum

ρ : masse volumique de l'air

V_m : vitesse de vent à la quelle l'efficacité est maximum

V_2 : vitesse à la quelle la courbe de puissance est constante.

G : loi Gamma

A : paramètre d'échelle de la loi de Weibull

k : paramètre de forme de la loi Weibull

Etape 4 : Détermination de la surface de balayage « Ar ».

La masse volumique de l'aire « ρ » varie en fonction de la température et l'altitude. Pour des conditions standards de température moyenne de 15°, pression au niveau de la mer de 1013.25 mb, et de 800m d'altitude (altitude de notre site) ; $\rho = 1.111 \text{ kg.m}^{-3}$

$$Ar = \frac{2738}{0.5 \times 1.111 \times (4.25)^3 \times 0.30 \times 1.944} = 110 \text{ m}^2$$

$\pi D^2 / 4 = 110 \Rightarrow D \approx 12 \text{ m}$; puisque $H = 15 \text{ mètres}$ on doit vérifier la condition : $H/2 < D < H$.

Donc La solution possible peut être l'installation d'un éolienne figure 2 avec un pylône de 15 mètres et dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

$H = 15 \text{ mètres}$, $V_m = 8.5 \text{ m/s}$, $\epsilon_m = 0.30$, $V_2 = 14 \text{ m/s}$, $R = 6 \text{ m}$

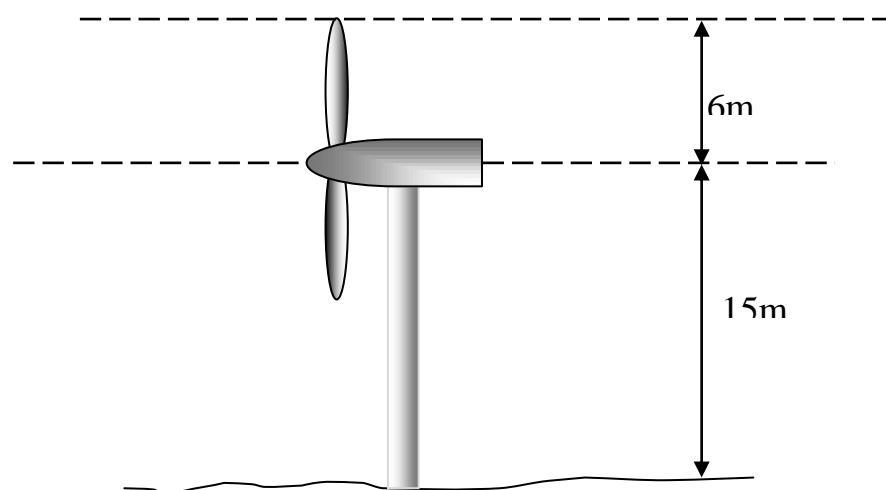


Fig.2 : Dimensions de l'aérogénérateur

Etape 5 : Choix réel d'une éolienne qui sera installée dans le site

Dans le marché international des éoliennes on trouve plusieurs types d'éolienne. On distingue les grandes éoliennes c'est-à-dire qui produisent une grande énergie et les éoliennes de petite puissance. Dans notre étude il s'agit de choisir une éolienne de petite puissance de l'ordre de 20000W puissance nominale (maximale).

Puisque on a déterminé les dimensions de notre éolienne qui remplit les besoins énergétiques du site d'installation, donc on peut trouver dans le marché une éolienne comparable aux dimensions trouvées.

On a opté pour six éoliennes qui semblent remplir nos besoins énergétiques. Afin de choisir quelle est l'éolienne qui convient à notre site d'installation il faut déterminer la puissance de sortie de chaque éolienne et par la suite la production annuelle en KWh/an. En conséquence on obtient le tableau 6.

Tab.VI : Tableau de comparaison des différentes éoliennes

Type d'éolienne	Diamètre du rotor en m	Hauteur du moyeu en m	ϵ_m Efficacité maximum	V2 en m/s	Puissance de sortie en W/m ²	Energie en kWh/m ² /an	Energie annuelle en kWh/an	Facteur de Capacité en %
1980 : Kuriant 15/4	10.9	18	0.20	23	21	184.10	17178	13
1980 : Vestas 55/7.5	15	18	0.40	15	39	341.87	60414	13
1980 : Nordtank 22/7.5	11	20.5	0.30	18	30	262.98	24992	13
1980 : Nordtank 30/7.5	11	20.5	0.30	19	31	271.75	25825	10
1980 : Nordtank 55/10	15	18	0.40	22	40	350.64	61963	13

Puisque on a évaluer les besoins énergétique de notre site d'installation à 24000 KWh/an, en conséquence on peut choisir l'éolienne (1980 : Nordtank 22/7.5) qui a pour une production annuelle de 24992 KWh/an.

Conclusion

Dans le cadre du développement agropastorale intègre, la région de Oued-Touil Ksar-Chellala a bénéficiée de plusieurs études, en l'occurrence, l'étude de la mission Soviétique de 1967, qui a mis en relief l'importance agropastorale de cette région. Cette dernière recèle d'un potentiel hydrique très important, d'après ces études et pour un début d'exploitation, il peut suffire les besoins en eau de 150 milles d'hectares de SAU (sol agricole utilisable). Donc cette région renferme toutes les conditions et les atouts pour s'intégrer au concept de l'agriculture et du développement rural durables (ADRD).

L'Algérie connaît une croissance démographique et économique si rapide que ces besoins alimentaires seront alors sans doute supérieurs à ceux d'aujourd'hui. Mais les méthodes actuelles d'utilisation et de gestion des terres permettent-elles d'assurer l'accroissement de production alimentaire nécessaire pour répondre à de tels besoins?

En outre, au niveau de régions steppiques, le surpâturage, l'érosion et la salinité du sol dégradent ou détruisent de centaines d'hectares de terres agricoles productives. D'après des constats et enquêtes menés par des services spécialisés, cette dégradation est imputable à l'homme. Aux fins d'un développement durable, il faut arriver à établir un lien entre le développement socioéconomique et la protection de l'environnement et sa

remise en état. Autrement dit, des liens doivent être établis entre les systèmes traditionnels de gestion des terres d'une part, et les applications de la science et de la technologie, d'autre part.

Suite à ce travail, on peut confirmer que la région de Oued-Touil Ksar-Chellala renferme un potentiel éolien très encourageant pour son exploitation. Les résultats obtenus confirment bien l'importance et la disponibilité de ce potentiel énergétique à savoir les tableaux climatologiques (1, 2, 3, 4 et 5).

Vu l'immense territoire des régions steppiques (environ 35 millions d'hectares), l'exploitation de l'énergie éolienne par le biais des aérogénérateurs est plus intéressante dans le cas où on se refuse d'installer un groupe électrogène ou une motopompe, pour mobiliser l'eau à des fins de production agricole.

Au niveau de l'Algérie et dans l'état de l'art, en l'absence des installations d'aérogénérateurs, la méthode qu'on a utilisée pour le dimensionnement de notre aérogénérateur est la seule alternative qui a été adoptée. Pour l'installation des grands aérogénérateurs dans des sites éloignés des stations de mesure du vent, il est impératif d'installer un dispositif de mesure du vent à la hauteur du moyeu de l'aérogénérateur et ceci pendant une année ou deux ans.

Rappelons que l'énergie éolienne ne peut être que complémentaire. Elle vient donc plutôt alléger la charge d'un réseau électrique, notamment au moment de grands besoins en énergie. La rentabilité de l'énergie éolienne est parfois plus intéressante dans le cas de sites isolés où des génératrices diesel produisent à un coût très élevé. Le « marché » pour l'éolien se situe donc déjà là. L'énergie éolienne sera effectivement un peu plus coûteuse que les sources nucléaires, fossiles ou hydroélectriques... mais à peine. Les facteurs combinés de pression à la hausse sur les prix des énergies actuelles installées, et de baisse inévitable des prix du grand éolien, conduisent les plus optimistes à annoncer que l'énergie éolienne va poursuivre sa croissance exceptionnelle.

D'après le Professeur CHEMS EDDINE CHITOUR : « La réduction de la consommation des énergies fossiles doit impérativement se faire par une diversification des sources d'énergie et par une réduction de l'intensité énergétique (consommer moins ne consommant mieux). Le développement des énergies renouvelables est la seule possibilité qui pourrait sauver la planète d'un cataclysme annoncé. A 50 ou 60 dollars le baril, par exemple, les énergies renouvelables sont compétitives. C'est cela le sens d'un vrai développement durable respectueux de la planète et qui ne compromet pas l'avenir ».

Arriver à la fin de cette conclusion, il ne faut pas oublier l'impact des énergies renouvelables pour la préservation de l'environnement des régions steppiques où le système écologique est très vulnérable à la désertification, à la sécheresse et aux changements du climat, il faut ajouter surtout les mauvaises attitudes de l'homme.

REFERENCES

- [1] Actes du congrès international sur les énergies renouvelables et le développement durable, ICRESD_07, 21 – 24 mai 2007, Tlemcen
- [2] Atlas Vent de l'Europe 1990, Riso / Danemark.
- [3] Bulletin FAO d'irrigation et drainage N°46 (Cropwat un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation), 1992.
- [4] Chellali R., Année Universitaire 1996-1997, Rapport de stage : Organisme d'accueil ORDF/Ksar-Chellala/Tiaret, Centre Universitaire de Mascara.

- [5] De-Moor G., 1983, Cours et manuels, Les théories de la turbulence dans la couche limite atmosphérique, Direction de la météorologie, France.
- [6] DUCHENE-MARULLAZ P. Note technique (Energie éolienne / cartographie des vitesses de vent en France / application à l'énergie éolienne), Météo-France.
- [7] Guyot G., 1999. Climatologie de l'environnement, INRA / France.
- [8] HAMMOUCHE R., 1992. Atlas vent de l'Algérie, Office National de la Météorologie.
- [9] HAMMOUCHE R., Article : Modélisation et ressources éoliennes, Revue TECHNIQUE & SCIENCES N°4 du 02/1991, Algérie.
- [10] JENSEN N.O., PETERSEN E.L. et TROEN I., 1984. Extrapolation des statistiques du vent pour des applications à l'énergie éolienne. WCP/86/OMM / Genève / Suisse).
- [11] LAOUISET M.B., 2004, Etude et exploitation de l'énergie éolienne pour le pompage d'eau en milieu rural (cas de la région El-Farâa / Ksar-Chellala), Université de Tiaret
- [12] Laouisset M. B., 2007, Dimensionnement et choix d'un aérogénérateur destiné à couvrir les besoins énergétiques d'une ferme agricole / région de Ksar-Chellala, Congrès International sur les Energie Renouvelable et le Développement Durable ICRESD_07, Tlemcen 21-24 Mai 2007.
- [13] LECOURIERES D. 1982, Energie éolienne (théorie, conception et calcul pratique des installations), Université de Dakar / Sénégal.
- [14] LEPAS J. et ROCHE G. 1965, Cours de Météorologie générale.
- [15] Note technique N°175. Aspects météorologiques de l'utilisation du vent comme sources d'énergie. OMM N°575. Secrétariat de l'OMM / Genève / Suisse.
- [16] QUITARD PINON F et LIGNELET P., 1983. Eléments statistiques. OPU.
- [17] Small Wind Electric Systems (A U.S. Consumer's Guide). March 2005, Produced for the U.S. Department of Energy by the National Renewable Energy Laboratory, a DOE national laboratory, DOE/GO-102005-2095.
- [18] SOGREAH (Société Grenobloise d'Etude et d'Application hydraulique), 1978. Les pompes et les petites stations de pompages, France.
- [19] SOKONA Y. et THOMAS J.P. Article « Quelles priorités pour le secteur de l'énergie en Afrique à l'horizon 2020 ». L'énergie dans les zones rurales en Afrique pour l'environnement et contre la pauvreté, Programme Energie d'Enda-tm, 54 Rue Carnot, B.P 3370, Dakar / Sénégal 26 et 27 Février 1997.
- [20] Traitement statistique des données de vent pour la détermination de l'énergie produite par les systèmes éoliens, Mars 1984. Colloque : météorologie et énergies renouvelables, Valbonne, France
- [21] Volume III Rapport général sur les études pédologiques et de bonification (Livre 1 : sols et les possibilités de leurs mise en valeur culturelle par irrigation) contrat 9388 du 13/08/64 de la mission Soviétique.
- [22] WWW.WINDPOWER.COM, Centre Riso Danemark (Le meilleur site web de l'énergie éolienne dans le monde).