



L'EAU, L'ENERGIE & LE VENT A TRAVERS LA REGION D'ADRAR, ALGERIE

K. MESSAITFA T. CHERGUI
(URER/MS) BP 478 ADRAR 01000
Tél. 049 96 51 68 Fax 049 96 04 92

AVANT PROPOS

L'eau sans laquelle il n'y aurait ni survie ni énergie figure parmi les principaux objectifs fixés par *I.O.N.U* [année 2003 : Année Internationale de l'Eau douce]. Et pourtant, à travers un grand nombre d'endroits de par le monde, l'eau est considérée comme une denrée rare et souvent extrêmement difficile d'accès. En effet, plus d'un milliard de personnes n'ont toujours pas d'eau potable de manière régulière, et environ le double souffre de manque de services d'assainissement adéquats. Le résultat est que plus de 2 millions d'enfants et d'adultes en meurent chaque année. Plus exactement, le problème réside à la fois dans l'existence d'une forme d'énergie adéquate, fiable et de faible prix mais aussi dans le fait qu'elle soit dépourvue de mise en exploitation.

Désormais le vent peut jouer un rôle utile pour l'approvisionnement en eau, l'irrigation des terres agricoles et la génération d'énergie électrique.

L'ENERGIE EOLIENNE

Introduction :

La conquête de l'énergie éolienne ne date pas d'hier. L'histoire nous apprend que les moulins à vent existaient déjà dès la plus haute antiquité, en Perse, en Irak, en Egypte et en Chine. Ce n'est qu'au moyen âge qu'ils font leur apparition en Europe et leur utilisation se répand rapidement [1]. Les moulins à vent ont connu une disparition rapide après la découverte du moteur à combustion interne et le développement des moteurs électriques.

Cependant, ces dernières années il y a eu un regain d'intérêt pour l'énergie éolienne et les tentatives d'exploitation et de perfectionnement de cette source d'énergie renouvelable sont fort présentes partout dans le monde avec le développement des crises socio-économiques et de la pollution.

Une autre forme moderne de moulins à vent que l'on nomme éolienne, est composée d'une hélice à deux, trois ou quatre pales, semblables aux ailes d'avions. Ce type d'éolienne moderne est né vers 1890. L'ingénieur Danois *Paul Lacour* fut semble t'il l'un des premiers à imaginer le couplage d'un moulin à vent avec une génératrice électrique.

Le vingtième siècle n'était pas encore né ! Le développement s'enchaîne jusque vers 1920 période durant laquelle pratiquement toutes les bases de la génération électrique au moyen de l'éolien sont créées. Dès lors des projets pilotes, grandioses sont élaborés.

Il en existe de toutes tailles et bon nombre de fabricants européens construisent actuellement des éoliennes suffisamment grosses pour alimenter en électricité plus de 500 maisons [2].

L'Algérie est confrontée à des problèmes d'énergie électrique. La puissance fournie ne suffit plus à la demande, elle atteint des pointes de 5100 MW, valeur dépassant de 200 MW sa capacité de production. Il est grand temps de se tourner vers les autres formes d'énergies renouvelables disponibles en grandes quantités dans notre pays comme le vent.

Le vent, une forme indirecte de l'énergie solaire, est une des ressources énergétiques renouvelables de la nature et peut devenir une source d'énergie écologique et fiable. L'énergie éolienne est la forme d'énergie qui connaît la plus forte croissance dans le monde et a permis de réaliser des économies de plus de 50% au cours de la dernière décennie. Les éoliennes sont utilisées pour capter l'énergie du vent et la convertir en électricité.

Malheureusement ces ressources ne sont même pas exploitées.

Pour utiliser le vent comme source d'énergie, il faut connaître le potentiel éolien d'une région. Les pays industrialisés possèdent des cartes et des atlas de vents, ce qui n'est pas le cas des pays en voie de développement.

Il a conclu :

- Que l'Algérie possède un potentiel éolien appréciable, particulièrement dans le sud et dans quelques microclimats dans le nord.
- Qu'il est quasiment impossible de tenter une distribution zonale de cette énergie, parce que la vitesse du vent varie d'une manière non uniforme, mais en général il existe une croissance lorsqu'on vient de l'Est vers l'Ouest et du Nord vers le Sud.
- Si on considère qu'une vitesse du vent de 3 m/s est nécessaire pour pomper de l'eau, le sud Algérien possède alors un bon potentiel pour exploiter l'énergie éolienne.
- Néanmoins, cette application reste restreinte à pomper de l'eau et à produire de l'électricité à une petite échelle.

Le même auteur dans un autre communiqué [5], donne une amélioration de la carte des vents à partir des données interpolées, désormais la région d'Adrar, région la plus ventée, ne figure pas, d'ailleurs son étude a porté sur des régions bien spécifiques.

D'autres travaux de même nature ont été établis ; L.Aiche-Hamane and A.Khellaf [6] ont fixé comme objectif l'étude de l'évolution mensuelle de la ressource éolienne à travers l'Algérie, leurs résultats obtenus ont été représentés sous forme de contours cartographiques.

« ... Les cartes mensuelles ont permis de classer les mois de l'année selon l'importance de la vitesse du vent. En effet, on constate que les mois d'avril et mai sont les plus ventés, pratiquement sur tout le territoire, tandis que les mois de novembre et décembre sont les moins ventés.

D'un autre côté, la variation spatiale de la vitesse a montré l'existence d'un gisement éolien important dans la région du Sud-ouest limité par Timimoun, In Salah et Tamanrasset où la vitesse dépasse 5 m/s tout au long de l'année dans la région d'Adrar.

Par ailleurs, le Nord de l'Algérie est caractérisé généralement par des vitesses peu élevées avec des microclimats dans la région de l'Oranie, Tiaret, El Bayadh pour l'Ouest et toute la région qui s'étend de Béjaïa jusqu'à Biskra ainsi que la région de Annaba pour l'Est » [6].

Une chose est sûre, toutes les conclusions convergent vers la même réalité : donner plus d'intérêt à la région la plus prometteuse du point de vue du potentiel éolien, une région où le mode de vie de sa population et le climat extrême [7], semble l'endroit le plus adapté à l'implantation de machines pour exploiter à fond cette énergie.

Spécification de la région d'Adrar [7], [8], [11].

Le Sahara Algérien, plus précisément la région de Touat, ultime passage avant la traversée du sud, offre une organisation sociopolitique originale qui a permis, depuis des siècles, d'installer et de maintenir des sociétés et des oasis en parfaite harmonie.

Le Touat s'étend sur une zone d'affleurement de la plus grande nappe aquifère du Sahara, doté de fabuleuses réserves en eau, facile à exploiter.

Situé pratiquement sur le méridien 0, entre 26°5 et 29°5 de latitude nord, sur les marges ouest du plateau du Tadmaït, la région de Touat, image de la wilaya d'Adrar, est un ensemble de petites oasis. Le prolongement de l'ouest Saoura, Du Metarfâ et Tsabit à Reggane en passant par Adrar le chef-lieu de, Zaouite-Kounta, en parcourant 200 Km et au passage on laisse une centaine de ksour, petite agglomérations, des villages anciens souvent accompagnées de casbahs associée à une palmeraie, située en contrebas.

I. Situation géographique :

La Wilaya d'ADRAR s'étend sur une superficie de 427.968 km², soit près d'un cinquième (1/5) du territoire national.

L'espace utile demeurant toutefois réduit, la wilaya d'ADRAR située à l'extrême sud ouest du pays, compte onze (11) daïra et vingt huit (28) communes. Sa population estimée à 336 046 habitants dont 76% de population rurale, soit 254 991 habitants, répartie à travers 294 Ksour (localités) éparpillés au niveau de quatre régions :

- Le Touat.
- Le Tidikelt.
- Le Gourara.
- Le Tanezrouft.

La Superficie Agricole Totale (SAT) est de 337 650 HR, la Superficie Agricole Utilisée (SAU) couvre une superficie de 31 657 HR dont 24 675 HR de Superficie Agricole Utilisée Irriguée (SAUI) répartie comme suit :

- 19 303 HR irriguée par système gravitaire.
- 2 331 HR irriguée par système localisée.
- 3 041 HR irriguée sous pivots (irrigation par aspersion).

Le Nombre d'exploitations agricoles est de 23 467, le reboisement forestier est de 30 has.

II. Caractéristiques de la région :

1. Milieu physique:

La wilaya d'ADRAR se caractérise par un relief d'aspect désertique et se divise en trois grands ensembles géomorphologiques différents qui sont :

- Les Plateaux.
- Les Ergs.
- Les Sebkhass.

2. Climat :

De type désertique continental, il est caractérisé par une pluviométrie très faible, d'une moyenne annuelle de **13mm**, des températures durant la période estivale atteignant un maximum de **45°C**.

3. Hydrologie :

Les principaux aquifères dans les régions d'ADRAR s'identifient comme suit :

a) La nappe de L'ERG Occidental:

La présence d'une mosaïque de palmeraies à travers les dunes de l'erg occidental témoigne d'un écoulement considérable Nord-sud circulant sous le massif dunaire.

b) La nappe du continental intercalaire :

La formation du CI est composée des dépôts continental sablo-greux avec intercalation d'argiles et argiles sableuse, d'âge crétacé inférieur.

La continental intercalaire est un système aquifère multicouches qui s'étend sur **600000 km²** à travers le Sahara Algérien avec des profondeurs allant de **120 à 1000 m**. Cet aquifère est de type captif avec des secteurs à nappe libre, proximités des affleurements notamment dans la région d'ADRAR.

III. Données climatiques de la wilaya d'Adrar

La région d'**Adrar**, à climat de type Continental Désertique, est caractérisé par un régime pluviométrique très faible avec des précipitations rares et irrégulières d'une année à une autre et par un régime thermique qui présente lui aussi de grandes variations avec des hivers rigoureusement froids et de étés très chaud (voir tableau 1 ci-dessous).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Temp.max (C°)	20.5	23.2	27.7	33.2	37.2	43.2	46.0	44.3	40.5	33.2	25.5	15.5	20.5	23.2	27.7
Temp.min (C°)	3.8	6.6	10.5	15.5	25.5	27.7	26.6	23.8	17.1	10.5	5.5	5.5	3.8	6.6	10.5
Humidité (%)	46	40	32	25	23	20	23	29	39	48	50	50	46	40	32
Vents (m/s)	5.6	5.3	7.1	7.8	6.0	7.3	8.1	6.5	4.5	4.6	5.8	5.8	5.6	5.3	7.1

Tableau 1

La photopériode atteint une moyenne de **11 heures** par jour pour l'année avec un maximum estival de **12-13 heures**.

La fréquence des vents est très grande durant toute l'année. Les vitesses sont très élevées puisque la fréquence des vents de vitesses supérieure à **5 m/s** est de l'ordre de **20 à 40 %**.

Ainsi la région d'Adrar dispose d'un gisement solaire et éolien appréciable. L'exploitation de ces ressources énergétiques inépuisables peut répondre aux besoins en énergie des populations des régions rurales les plus enclavées.

Une autre carte des vents de l'Algérie a été insérée dans la réf. [8]. Elle vient s'accorder avec celle de *Kasbadji* [4], (voir fig.2).

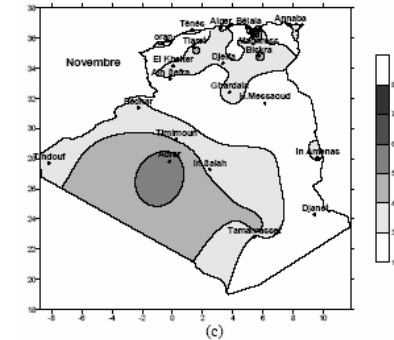


Fig.2. Carte des vents.

Les caractéristiques géologiques et météorologiques de la région d'Adrar s'adaptent parfaitement pour constituer l'espace d'un bon gisement éolien. Décrites dans différentes références [4], ..., [6] elles semblent satisfaire presque la totalité des critères de la réussite d'un projet éolien.

La majorité des sites situés à la wilaya d'**Adrar** pourraient être considérés comme des sites isolés vue la superficie immense et leur éloignement par rapport à la ville et les uns par rapport aux autres. Les conditions climatologiques extrêmement difficiles sont un autre paramètre à considérer.

Tous cela nous pousse à penser aux systèmes hybrides sinon à faire un compromis entre les différents systèmes d'électrification et de production d'énergie autonome, la balance sera sans doute du côté des systèmes éolien.

SYSTEMES EOLIENS

L'énergie éolienne, fiable, économique et écologique représente la source d'électricité idéale au regard de nombreuses applications. Les systèmes éoliens existent en plusieurs dimensions, allant des microsystèmes montés sur un mât, aux turbines de 1,5 mégawatt pouvant alimenter le réseau électrique. La plupart des systèmes autonomes appartiennent à l'une des trois catégories suivantes :

- Les microsystèmes (100 W maximum),
- Les minisystèmes (de 100 W à 10 kW),
- Les petits systèmes (de 10 kW à 50 kW).

Il est à remarquer que les systèmes éoliens exigent que le vent qui les actionne ait une vitesse relativement constante. Ils sont conçus de manière à « enclencher » lorsque la vitesse du vent atteint 15 Km/h et à « déclencher » lorsque la vitesse du vent est très élevée, et ce pour que le vent ne les endommage pas.

Lorsqu'on détermine si l'énergie éolienne d'un site est suffisante pour faire fonctionner efficacement un système éolien, il est très important de prendre en compte la vitesse annuelle moyenne du vent et le nombre de jours pendant lesquels la vitesse du vent est supérieure à la vitesse d'enclenchement.

Comme le vent n'a pas toujours la vitesse suffisante pour enclencher le système éolien, on combine fréquemment celui-ci avec d'autres sources d'énergie comme les panneaux solaires ou une génératrice diesel. Certains systèmes éoliens sont connectés à des batteries quand la vitesse du vent est inférieure à la vitesse d'enclenchement, on utilise les batteries, et quand la vitesse du vent est suffisante, les turbines chargent ces batteries [1].

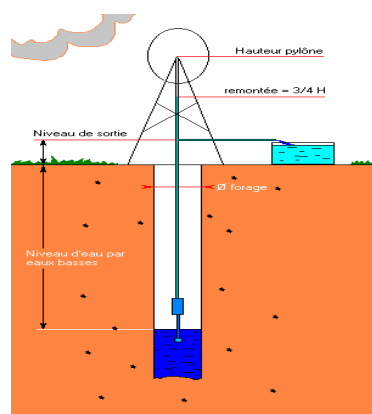


Fig.3. Systèmes de pompage d'eau [9].

Il est à noter que :

- Certains systèmes, comme les systèmes de pompage d'eau (voire fig.3), n'ont besoin ni de source d'énergie d'appoint ni de batteries. On évalue à plus d'un million le nombre de systèmes éoliens mécaniques en service dans le monde.
- Les systèmes éoliens coûtent généralement plus cher à l'achat que les systèmes utilisant des sources d'énergie classiques (il ne s'agit pas là d'une règle !), comme les groupes électrogènes à essence, mais à long terme, ils constituent une source d'énergie économique et ils demandent peu d'entretien.

Utilisation des systèmes éoliens.

La technologie des systèmes éoliens, très fiable et très souple, a, depuis des siècles, de multiples usages.

I. Pompage de l'eau.

Depuis des générations, on utilise le vent comme source d'énergie fiable et économique dans les systèmes de pompage de l'eau. Dans les régions *rurales* ou *éloignées*, l'installation d'un système de *pompage éolien mécanique* ou *électrique* peut constituer le meilleur moyen d'assurer les *besoins* en *eau* du *bétail*, du *ménage* ou même de la *communauté*.

II. Alimentation électrique des fermes et ranchs isolés.

Utilisés par les fermiers pendant des siècles pour pomper l'eau, les systèmes éoliens peuvent, de nos jours, rendre encore plus de services dans une exploitation agricole moderne. Comme ils représentent la solution idéale lorsqu'on a besoin d'électricité à basse tension dans des endroits éloignés, les générateurs fonctionnant à l'énergie éolienne sont utilisés, dans les fermes, pour alimenter en électricité les clôtures électriques et les systèmes d'éclairage extérieur.

III. Alimentation électrique des communautés éloignées.

Pour les communautés éloignées sans électricité ni autre forme d'énergie moderne (...) ou encore pour ceux qui sont souvent alimentées en électricité par des génératrices diesel, l'utilisation de l'énergie éolienne se justifie non seulement au point de vue environnemental, mais également au point de vue économique.

L'installation de systèmes éoliens de forte puissance permet de réduire la dépendance de ces communautés par rapport aux génératrices, qui sont coûteuses et produisent des gaz à effet de serre. Un expert en systèmes éoliens peut nous aider à évaluer nos besoins énergétiques et à déterminer la faisabilité de l'installation d'une éolienne sur notre propriété.

IV. Usage domestique.

Les habitants de la campagne, désireux de réduire l'effet indésirable sur l'environnement de leur consommation d'énergie, peuvent restreindre leur dépendance par rapport au réseau d'électricité en utilisant un système éolien. Même un mini système éolien permet d'économiser de l'électricité produite à partir de carburants fossiles ou de l'énergie nucléaire. *Éolienne de pompage mécanique*.

Cependant le pompage solaire souffre d'un inconvénient, c'est qu'il ne peut fonctionner que durant les heures de la journée où il y a un éclairage suffisant et il n'existe pas de batterie de stockage de grande capacité. Ces batteries sont très onéreuses. La puissance produite est inférieure, à coût égal, à celle fournie par d'autres procédés notamment éolien. Leur fragilité relative et leur technologie avancée en limitent l'usage à des régions facilement accessibles à la maintenance.

Eolienne d'Adrar (1953)



Fig.4. Eolienne d'Adrar.

Il s'agit, est-il noté, d'une éolienne d'un type nouveau qui n'existe qu'en trois exemplaires dans le monde : l'un en *Allemagne*, le deuxième en *Argentine* et le troisième à *Adrar*.

Le vent et l'eau étant disponibles, il fallait penser à une utilisation combinée des deux pour gagner des terres à la culture et en tirer d'honorables rendements. Une pompe est donc branchée directement sur l'axe de transmission vertical de l'aéromoteur. Placée dans un puits de *15 mètres* de profondeur, c'est une centrifuge d'un débit de *200 mètres cubes à l'heure*. Un bassin de compensation de *1000 mètres cubes* de capacité assure à proximité du puit la régulation du débit de pompage. Puis une canalisation conduit l'eau plus loin pour l'irrigation et la mise en valeur.

- A quelques mètres de cette ancienne Éolienne, se plante une autre de petite taille qui forme un *aérogénérateur à deux pales* (voir figure 5).

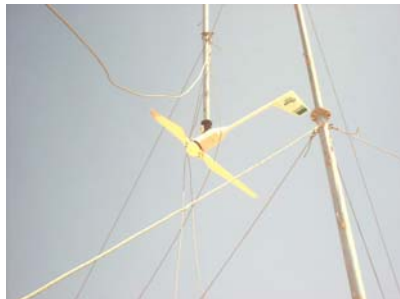


Fig.5. Aérogénérateur J.BORNAY. Espagne

A l'intérieur de la station de l'*INRA*, Institut National de Recherche Agronomique, se dresse une éolienne qui n'a rien d'ordinaire, c'est un polynôme de *24 m* surmonté d'une hélice à trois pales d'un diamètre de quinze mètres a été planté ici en *1953* par le service de la Colonisation et de l'hydraulique relevant des militaire qui contrôlaient les territoires du sud algérien.

Elevage et cultures, revue mensuelle de la vie rurale en Afrique du nord, avait rendu compte dans son numéro de mai *1953*, sur une page entière, d'un «... type nouveau d'appareil (qui) permet la création à Adrar d'un périmètre irrigable de *60 hectares*... » .

Le reportage indique que cette éolienne développe une puissance de l'ordre de *25 CV* sous un vent de *8 m/s* et démarre aussitôt que le vent atteint *4 m/s*.

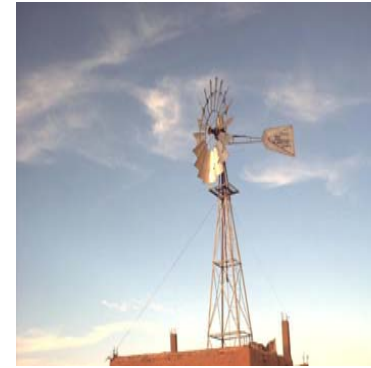


Fig.6. Eolienne de Pompage ECOLAB Energie Type OASIS [9]

- L'éolienne *multi-pales* type Western (voire fig.6) marque elle aussi son existence, comme celle de *Tamentit*.

CONCLUSIONS :

Les conclusions à tirer sur l'application des systèmes éoliens pour la production de l'énergie électrique ou encore mécanique ; nous laisse dire qu'un système éolien est caractérisé par :

- Son autonomie.
- Son coût assez réduit.
- Son principe de fonctionnement simple (surtout pour le pompage mécanique) et donc plus simple à réaliser et à maintenir car basé sur une technologie classique avec des produits locaux.
- Ne nécessite pas de gros moyen ou encore un personnel assez qualifié pour son entretien (mini, micro et petit système).
- Sa dureté et sa robustesse donc sa durée de vie importante.
- Son rendement important.
- Il peut fonctionner (pour un site bien choisi) continuellement (jour et nuit) et pendant une bonne période.
- Il renforce le pompage photovoltaïque dans les périodes nocturnes ou dans les grandes températures là ou ce dernier système marque une diminution de son rendement.

Le système éolien de faible dimension présente le système le plus adaptatif pour les sites éloignés, composés par un nombre de foyers limité, nécessitant des systèmes autonomes pour la production d'énergie.

Cependant, l'expérience a montré qu'un système de même nature malgré toutes ses qualités de robustesse et de fiabilité, ne peut être utilisé de manière unique, par contre il devrait être renforcé par d'autres systèmes de nature différente, dans ces considérations le système hybride est le plus recommandé.

Notre expérience nous a confirmé une réalité qui est la suivante : tous les critères de la réussite des systèmes éoliens sont présents dans la région d'Adrar.

Perspectives :

- Evaluation du potentiel éolien d'une façon plus exacte au niveau de la région d'**Adrar**.
- Relancer les grands projets de développement avec une nouvelle stratégie mettant les systèmes éoliens au cœur du système, et pourquoi pas faire de la région d'Adrar un modèle. Ceci va nous évitera toute retard et mauvaise surprise et on sera conforme à toute les critères et les normes internationales.

REFERENCES :

- [1] Natural Resources Canada : Introduction aux Systèmes Elien Autonomes, Ressources naturelles Canada Division de l'énergie renouvelable et électrique Direction des ressources énergétiques 580, rue Booth, 17e étage Ottawa (Ontario) K1A 0E4 Télécopieur : (613) 995-0087
- [2] Fichier PDF sur internet ; Cours sur les Energies Renouvelables, 2000
- [3] Tabet Helal Mohammed Abdellatif, Ghellai Nacera, Le Gisement Eolien à Beni-Saf, IPCWE Tlemen (Décembre 2003)
- [4] N. Kasbadji Merzouk, Wind energy potential of Algeria , Renewable Energy 2000,21
- [5] H. Nedjari Daaou, S.Haddouche et N. Kasbadji Merzouk: Amélioration de la carte des vents à partir des données interpolées, IPCWE Tlemen (Décembre 2003)
- [6] L.Aiche-Hamane et Khellaf, Evolution Mensuelle de la Ressource Eolienne à travers l'Algérie ; C.D.E.R, Bouzaréah ; Alger ; IPCWE Tlemen (Décembre 2003).
- [7] Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'Adrar (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) : Communication sur la Mise en Valeur e Proximité (W) Adrar, Février 2003
- [8] K. Messaitfa : contribution du pompage solaire et Eolienne au Renforcement de la Foggara, SEESMS BP 478 Adrar 01000,
- [9] ECOLAB : L' Eolienne OASIS
- [10] Courrier réf 837 (Arrivée le 30/11/03); SEES/MS
- [11] *Rapport Inter DSA W. ADRAR*