Un parc éolien pour alimenter une station de dessalement écologique

CHARIF Nadia
LTSE, Faculté de Physique - USTHB
DAAOU NEDJARI Hafida
Maître de recherche A
Division Energie Eolienne - CDER
E-mail : h.daaou@cder.dz

Introduction

La demande en eau dans le monde a augmenté ces dernières décennies en raison de l'expansion des activités industrielles, de la croissance démographique et de l'agriculture. Les phénomènes tels que la sécheresse et l'exploitation excessive des eaux souterraines ont exacerbé la pénurie d'eau dans certaines régions du monde. La qualité économique et sociale du monde moderne dépend d'un approvisionnement en eau durable. Bien que l'eau recouvre plus de deux tiers de la Terre, la quantité d'eau douce disponible est limitée. Le dessalement de l'eau de mer est considéré comme une solution alternative à la pénurie croissante de l'eau. Cependant, le processus de dessalement a un impact négatif sur l'environnement, notamment en raison de la consommation excessive de combustibles fossiles. En order de fournir des solutions réalisables et efficaces pour faire des dessalements de l'eau de mer une option écologiquement durable, un nombre de projets de dessalement à grande échelle dans le monde ont été alimentés par des sources d'énergie renouvelables. Par exemple, en Australie, une grande usine de dessalement est supplémentée par une centrale électrique éolienne, produisant l'équivalent de sa consommation annuelle d'électricité. En Espagne, l'unité de dessalement (Agragua S.A) a une capacité de 15 000 m³/ jour et est garantie par un parc éolien mis en service en 2001. Dans ce cadre, nous nous sommes intéressés à la possibilité d'alimenter la station de dessalement BENISAF WATER COMPANY (BWC) situé dans la région de Ain Timouchent, avec de l'énergie éolienne. La compagnie BWC consomme environ 4,15 kWh pour produire 1 m³ d'eau avec une production journalière de 200 000 m³. L'objectif est de proposer une alternative pour répondre à une partie de cette consommation. Le logiciel Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP) développée par DTU, est utilisé pour évaluer le potentiel éolien de la région de Benisaf, dans le but de sélectionner le site le plus approprié pour l'installation d'un parc éolien à proximité de la centrale BWC.

La précision de la quantification de ce potentiel dépend de divers paramètres tels que les données de vitesse et de direction du vent fournies par l'Office national de la météorologie (ONM), ainsi que de la topographie et de la rugosité du terrain. Cependant, il a été constaté que les enregistrements effectués à 10 m du sol par le mat de meure situé à Benisaf, à 10 km de l'usine de dessalement, était de faible qualité avec un taux de données manquantes supérieur à 50%. Le mat d'Oran Es Senia, situé à 66 km, quant à lui, fournis une base de données de vitesse et de direction de vent régulière sur une longue période.

Plusieurs simulations sont réalisées à l'aide de WAsP pour évaluer le comportement spatial de la vitesse du vent dans la région étudiée et sélectionner le meilleur site en fonction d'un regroupement de surface obtenu à partir des données d'Oran Es Senia et de Benisaf. Les vitesses de vent varient de 2 m/s à environ 11 m/s à une altitude de 10 m. Mais selon la base de données utilisée, les vitesses peuvent varier entre 0,5 ms et 1 m/s. Toutefois, la tendance reste cohérente, les zones de faible et de forte vitesse restant les mêmes dans les deux cas. La figure 1 présente un agrandissement de la distribution des vitesses à une altitude de 80 mètres, dans les zones les plus ventées de la région étudiée.

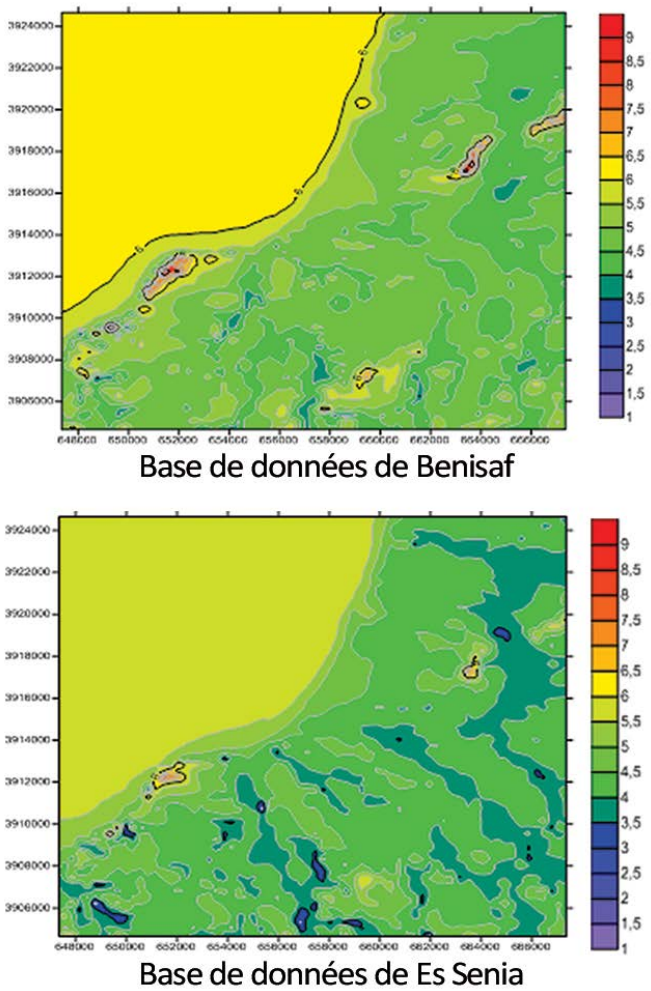

Figure1. Distribution de la vitesse de vent à 80 mètres

L'analyse de différentes cartes a mis en évidence une variation notable de la vitesse des vents. Néanmoins, deux sites, Sidi Farouk et Sidi Kacem, se démarquent comme étant particulièrement significatifs en terme de vent. Sidi Farouk est situé à proximité de l'usine de dessalement, à une distance de 6,3 kilomètres à vol d'oiseaux et sa surface s'étend sur une superficie de 12,5Km^2. La distance séparant le site de Sidi Kacem de la station de dessalement est de 6,5 km aussi, mais sa surface s'étend sur 3 kilomètres carrés seulement. Les coordonnées géographiques des deux sites sont données par le tableau 1.

Tableau I: Les cordonnées des sites ventés

Site	X (m)	Y(m)
1-Sidi Farouk	651604.00	3912248.0
2- Sidi Kacem	663547.00	3917306.0

L'installation des fermes éoliennes

Le choix optimal du site d'implantation des éoliennes dépend des paramètres de vent et de faisabilité . L'installation d'un parc éolien dépend aussi de la distance nécessaire entre les machines et leurs agencements dans un parc. En effet, l'emplacement des machines et leur proximité peuvent influencer considérablement les performances du parc à cause des pertes du sillage, pouvant entraîner des pertes de rentabilité importantes. Le choix de la technologie installée peut aussi influencer considérablement le 'output' du parc. Il est donc nécessaire d'effectuer une analyse approfondie sur les diverses possibilités d'agencement et les types de technologie.

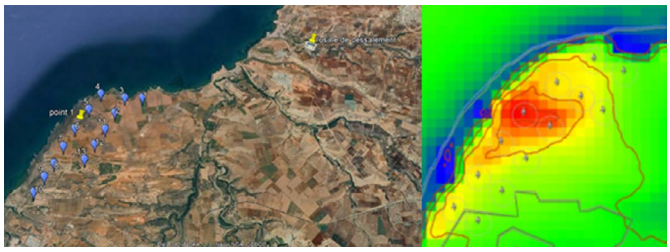

Figure 2. Agencement d'un parc éolien dans le site de Sidi Farouk

Les simulations sont effectuées pour un nombre de turbines couvrant toute la zone de Sidi Farouk de 12 km^2. Elles sont agencées en parallèle, avec une distance minimale de 3D le diamètre du rotor en latéral et 5D en (voir la figure 2). Les tests de technologies sont effectués pour trois type d'éolienne, notamment la VESTAS V90 3MW, VESTAS V100 2.6MW et la VESTAS 6 MW. Les résultats de L'Energie Annual Produite AEP obtenus par l'éventuel parc éolien de Sidi Farouk sont présentés dans le tableau 2. Le nombre maximal de turbines qui peut être accueilli par la région de Sidi Farouk est compris entre 11 et 15 turbines. Pour couvrir la consommation de la station de dessalement BWC de 34 MW (280 GWh/an) plusieurs scénarios sont testés.

Etant donné que la capacité installée avec les 11 éoliennes VESTAS 6 MW, est de 66 MW, la quantité d'électricité produite annuellement atteint 280,785 GWh, malgré une perte de rendement de 5,26 % due à l'effet de sillage. Ce scénario peut couvrir 100 % de la consommation en électricité de BWC.

Les modèles VESTAS V100 2,6 MW et VESTAS V100 3 MW VCRS 50 Hz génèrent une production inférieure à celle de la VESTAS 6 MW, mais permettant de répondre à environ 40 % de la demande. Le nombre d'heures de fonctionnement des trois propositions varie entre 3100 et 3600 heures avec un facteur de capacité compris entre 0,36 et 0,4.

Conclusion

Trois scénarios de ferme éolienne ont été testés pour répondre à la demande énergétique de BWC :

- Une ferme avec une capacité de 39 MW comprenant 11 turbines éoliennes de technologie Vestas de 3 MW,
- Une ferme avec 15 turbines éoliennes Vestas de 2,6 MW
- Une ferme avec une capacité de 66 MW composée de 11 turbines éoliennes Vestas de 6 MW.

Les résultats du parc de 66 MW ont montré que l'énergie éolienne peut couvrir 100 % de la consommation électrique de la station de dessalement dans ce cas. L'analyse économique a montré un coût de production d'électricité (kWh) prometteur, variant de 0,02011 $/kWh à 0,0403 $/kWh. En outre, l'énergie. En outre, l'énergie éolienne réduit l'empreinte carbone à 0 tonne d'émission de CO_2 par an, avec un bonus de crédit carbone qui s'ajoute au bilan total.

Référence

N. Charif, h.Daaou Nedjari† and M. Chafi « Use of Wind Resources to Power a Desalinaton Plant », Abstracts Book International Renewable Energy Days IREnDAYS, 28-30 May 2024, Hotel Marriott Algiers, Algeria, ISBN: 978-9931-9366-2-6.

Partenaire socioéconomique

M. Chaffi, BENISAF Water Company, Algiers, Algeria.

Tableau 2: Simulation de parc éolien de Sidi Farouk utilisant les caractéristiques de trois éoliennes

La turbine	Caractéristiques de la machine éolienne	Capacité installé (MW)	Effet de sillage (%)	AEP(GWh)
VESTAS V90 3MW VCS 50Hz	Diamètre du rotor : 90 m Hauteur par défaut :80 m Vitesse de démarrage : 4 m/s Vitesse nominale : 15.5 m/s	33	5.96	122.825
VESTAS V100 2.6MW VCRS 50Hz	Diamètre du rotor : 100 m Hauteur par défaut : 90 m Vitesse de démarrage : 3 m/s Vitesse nominale : 12.5 m/s	39	4.92	131.528
VESTAS 6 MW	Diamètre du rotor :150m Hauteur par défaut : 119 m Vitesse de démarrage : 3 m/s Vitesse nominale : 12 m/s	66	5.26	280.785