

Etude Dimensionnelle De L'Energie Eolienne Pour La Production D'Electricité Dans La Ville De Mbandaka

Erick IMETE NGONDE

Prof. Assistant, Section des Sciences Exactes, Département de physique
Institut Supérieure Pédagogique de Mbandaka
Téléphone : +243847399551/0808655423
Adresse E-mail : Erickimetefly@gmail.com



Résumé

Contexte : Placée dans la cuvette centrale, la Ville de Mbandaka, Chef-lieu de la Province de l'Equateur en République démocratique du Congo, est dotée des potentialités énergétiques renouvelables parmi lesquelles l'énergie éolienne reste encore non exploitée pour la production d'électricité. **Objectifs :** Cette étude vise à démontrer s'il y a possibilité ou non d'exploiter cette forme d'énergie renouvelable pour la production d'électricité dans la Ville de Mbandaka. **Méthodes :** Pour ce faire, nous avons récoltés les différentes valeurs des vitesses du vent par les biais des services météorologiques de la Ville, lesquelles nous ont permis de dimensionner la puissance électrique de l'éolienne à installer et cela en fonction des types d'éoliennes, notamment éolienne domestique et celle industrielle. Les données ont été récoltées dans la période allant du 1^{er} Janvier 2022 au 31 Décembre 2022. **Résultats :** cette étude a démontré qu'il y a possibilité d'exploiter l'énergie éolienne dans la Ville de Mbandaka car la puissance électrique à produire va jusqu'aux centaines de kilowatts. **Conclusion :** il ne fait pas de doute que l'énergie éolienne puisse être comptée parmi les énergies renouvelables exploitable dans la Ville de Mbandaka et nous demandons aux autorités de la Ville de s'en servir car elle peut couvrir aux besoins énergétiques de la population.

Mots clés – Eolienne, Energie Eolienne, Vitesse Du Vent, Puissance Electrique.

Abstract

Contexte : Placed in the Central Bowl, the city of Mbandaka, capital of the province of Equator in the Democratic Republic of the Congo, has renewable energy potential among which wind energy remains still unfathomed for production electricity. **Objective :** This study aims to demonstrate whether or not there is to exploit this form of renewable energy for the production of electricity in the city of Mbandaka. **Method :** To do this, we have harvested the different values of wind speeds through the city meteorological services, which allowed us to size the power of the wind turbine to be installed and this depending on the types of wind turbines, including domestic wind turbine and that industrial. The data were harvested in the period from 1 January 2022 to 31 December 2022. **Result :** This study demonstrated that there is possibility to exploit wind energy in the city of Mbandaka because the electrical power to produce goes up to the hundreds of kilowatts. **Conclusion :** There is no doubt that wind energy can be counted among the exploitable renewable energies in the city of Mbandaka and we are asking the authorities of the city to use it because it can cover the power needs of the population.

Keywords – Wind Turbine, Wind Energy, Wind Speed, Electric Power.

I. INTRODUCTION

Les énergies renouvelables apparaissent à nos jours comme la solution adéquate pour avoir l'accès à l'électricité. Parmi ces énergies renouvelables, il y a celles qui sont dites « énergies vertes » qui n'émettent pas des gaz à effet de serre dont l'une a attiré notre attention : l'énergie éolienne. Aujourd'hui les éoliennes sont utilisées dans plusieurs pays du monde et servent à produire d'électricité. Ainsi dans le souci de contribuer sur les choix de types d'énergies renouvelables à exploiter dans la Ville de Mbandaka et dans le but d'amener un apport en termes d'innovation sur les énergies renouvelables, nous avons orienté nos

recherches sur l'énergie éolienne, qui reste encore non exploitée dans la Ville de Mbandaka. Ainsi, par la présente étude, nous avons essayé de mettre le point sur la possibilité ou non d'exploiter les éoliennes dans la Ville de Mbandaka.

II. MÉTHODES

La recherche documentaire par les biais des services météorologiques de la Ville, nous a permis de récolter les différentes valeurs de vitesse du vent dans l'intervalle d'une année allant du 1^{er} Janvier 2022 jusqu'au 31 Décembre 2022 et cela pour le cas de la Ville de Mbandaka.

Afin de bien définir la puissance électrique pour l'éolienne à mettre en place dans la Ville de Mbandaka, nous avons opté pour l'éolienne domestique de 6m de diamètre et l'éolienne industrielle de 30m de diamètre.

III. RÉSULTATS

Les valeurs moyennes mensuelles des vitesses du vent sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Vitesse moyenne et mensuelle du vent de la Ville de Mbandaka (01 Janvier 2022 au 31 Décembre 2022).

Mois/année	Janvier 2022	Février 2022	Mars 2022	Avril 2022	Mai 2022	Juin 2022	Juillet 2022	Aout 2022	Septembre 2022	Octobre 2022	Novembre 2022	Décembre 2022
Vitesse en km/h	15,45	16,5	17,72	17,22	15,72	16,68	16,4	16	15,59	15,09	15,31	15,04

Source : Service météorologique de la Ville de Mbandaka

La vitesse moyenne annuelle du vent obtenue est :

$$\frac{V_{moy}}{an} = \frac{192,72}{12} = 16,06\text{km/h}$$

Selon le tableau 1, la vitesse moyenne en une année est de 16,06km/h, soit environ 4,46m/s à une hauteur de 1,5m au-dessus du sol.

La courbe de variation de la vitesse du vent en fonction du temps se présente de la manière suivante :

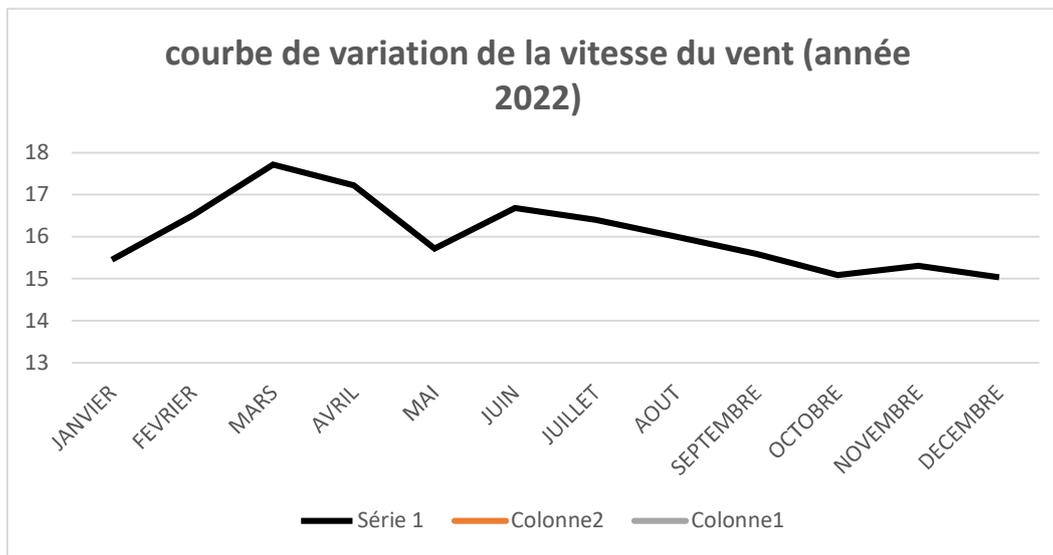


Figure 1 : présente la courbe de variation de la vitesse du vent en fonction de la période allant du 1^{er} Janvier 2022 au 31 Décembre 2022

La courbe montre que la vitesse moyenne du vent était plus élevée aux mois respectivement de Mars, Avril et Juin et plus faible aux mois d'Octobre, Novembre et Décembre. La valeur la plus élevée est 17,72Km/h et celle plus faible est 15,04km/h. La différence entre la valeur maximale et minimale est de 2,68km/h. La vitesse moyenne annuelle du vent pour cette période d'observation est de 16,06 km/h soit 4,46 m/s. Il sied à signaler que cette dernière valeur moyenne correspond à la vitesse du vent mesurée à 1,5m au-dessus du sol.

IV. DISCUSSIONS

Connaissant la vitesse moyenne de vent à Mbandaka à 1,5m du sol, il est alors important de calculer la puissance de notre éolienne. La vitesse étant de 4,46m/s, une valeur favorable que ça soit pour une éolienne industrielle ou domestique. Alors la vitesse du vent à une hauteur de 10m du sol est donnée par la formule :

$$\frac{V_{vent}}{V_0} = \left(\frac{h}{h_0}\right)^\alpha \quad (1)$$

Où α représente l'indice du milieu et varie selon la nature du milieu. Pour la Ville de Mbandaka, l'indice du milieu α est de 0,29 car c'est un milieu où il y a les arbres, haies et quelques bâtiments. Soit :

$$\frac{V_{vent}}{4,43} = \left(\frac{10}{1,5}\right)^{0,29}$$

$$\frac{V_{vent}}{4,43} = (6,667)^{0,29}$$

$$\frac{V_{vent}}{4,43} = 1,7337$$

La vitesse de vent à 10m sera alors :

$$V_{vent} = 7,68 \text{ m/s}$$

En effet, la puissance à absorber par une éolienne ou la puissance du vent récupérable (puissance théorique) notée P_{th} et la puissance électrique à fournir l'éolienne notée P_{elec} sont respectivement données par les relations :

$$P_{th} = \frac{1}{8} \cdot \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3 \quad (2)$$

$$P_{elec} = \frac{1}{7,5} \cdot C_p \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3 \quad (3)$$

Où ρ_{air} représente la masse volumique de l'air ($\rho_{air} = 1,225 \text{ kg/m}^3$); v la vitesse du vent et C_p représente la limite de BETZ ($C_p=0,48$ pour les éoliennes tri pales). Nous allons faire le calcul dimensionnel des puissances pour l'éolienne domestique de diamètre 6m et l'éolienne industrielle de diamètre 60m.

1. Pour l'éolienne domestique ($D=6m$) :

1.1. Calcul de la puissance théorique à absorber par l'éolienne

La puissance théorique à récupérer par l'éolienne est telle que :

$$P_{th} = \frac{1}{8} \cdot \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3$$

$$P_{th} = (0,125) \cdot (3,14) \cdot (1,225) \cdot 6^2 \cdot (7,68)^3$$

$$P_{th} = (17,30925) \cdot (452,984832)$$

$$P_{th} = 7840,8W \text{ soit } 7,84kW.$$

1.2. Calcul de la puissance électrique à produire par l'éolienne :

La puissance électrique à produire est alors :

$$P_{elec} = \frac{1}{7,5} \cdot C_p \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3$$

$$P_{elec} = \frac{1}{7,5} \cdot (0,48) \cdot (3,14) \cdot (1,225) \cdot 6^2 \cdot (7,68)^3$$

$$P_{elec} = (8,862336) \cdot (452,984832)$$

$$P_{elec} = 4014,5W \quad \text{soit } 4,0145kW.$$

2. Pour l'éolienne industrielle (D=30m) :

2.1. Calcul de la puissance théorique à absorber par l'éolienne

La puissance théorique à récupérer par l'éolienne est telle que :

$$P_{th} = \frac{1}{8} \cdot \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3$$

$$P_{th} = (0,125) \cdot (3,14) \cdot (1,225) \cdot (30)^2 \cdot (7,68)^3$$

$$P_{th} = (432,73125) \cdot (452,984832)$$

$$P_{th} = 196020,69W \quad \text{soit } 196kW.$$

2.2. Calcul de la puissance électrique à produire par l'éolienne :

La puissance électrique à produire est alors :

$$P_{elec} = \frac{1}{7,5} \cdot C_p \pi \rho_{air} \cdot D^2 \cdot v^3$$

$$P_{elec} = \frac{1}{7,5} \cdot (0,48) \cdot (3,14) \cdot (1,225) \cdot (30)^2 \cdot (7,68)^3$$

$$P_{elec} = (221,5584) \cdot (452,984832)$$

$$P_{elec} = 100362,594W \quad \text{soit } 100,36259kW.$$

Les valeurs moyennes approchées des puissances électriques respectivement de l'éolienne domestique (4kW) et de l'éolienne industrielle (100kW) montrent qu'elles sont importantes et considérables pour couvrir en besoin d'énergie électrique, la population de ce coin du monde.

V. CONCLUSION

L'exploitation de l'énergie éolienne est possible dans la Ville de Mbandaka car la vitesse du vent est favorable pour une altitude supérieure ou égale à 10m. En dessous de cette dernière, les vitesses du vent sont très faibles et se prêtent les mieux pour les petites éoliennes à usage domestique. Il ne fait pas de doute que l'énergie éolienne puisse être comptée parmi les énergies renouvelables exploitable dans la Ville de Mbandaka et nous demandons aux autorités de la Ville de s'en servir car elle peut couvrir aux besoins en énergie électrique de la population.

RÉFÉRENCES

- [1]. Desiré Le Gourières (2008), *Les éoliennes : Théorie, conception et calcul pratique*, Paris : Moulin Cadiou.
- [2]. Jean-Louis Butré (2017), *éolien, une catastrophe silencieuse : couts, nuisances, efficacité, les chiffres qui font peur*, Paris : L'artilleur.
- [3]. Marc Rapin, Jean Marc Noel, (2010) *énergies éoliennes, principes-études des cas*, Paris : Dunod.
- [4]. Michel Pluviose (2009), *conversion d'énergie par turbomachines éoliennes turbines à gaz cogénération génie énergétique*, 2^{ème} édition, Paris : Ellipses.
- [5]. Etat des lieux synthétiques des énergies renouvelables de la République Démocratique du Congo, Ir. Paulin KOSSIANDEY MABO, CNE Juin 2011.
- [6]. Etat des lieux des énergies solaires et éoliennes en République Démocratique du Congo par Monsieur François DIKETE LUMU, Chef de Département Adjoint Chargé du CEDENR à la CNE, Mars 2011.

- [7]. A. El Khadimi (1198), "Modélisation de l'Irradiation Solaire Globale d'un Plan Horizontal et de la Vitesse du Vent en Vue de leur Utilisation dans le Dimensionnement d'un Système Hybride", Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech.
- [8]. B. MULTON, O. GERGAUD, H. BEN AHMED, X. ROBOAM, S. ASTIER, B. DAKYO, C. NIKITA (2002), *Etat de l'art dans les aérogénérateurs*, L'électronique de puissance vecteur d'optimisation pour les énergies renouvelables, NOVELECT - ECRIN.
- [9]. O. GERGAUD, B. MULTON, H. BEN AHMED (2001), *Modélisation d'une chaîne de conversion éolienne de petite puissance*, Electrotechnique du Futur, France : Nancy.
- [10].Cunty, G. (2001). *Éoliennes et aérogénérateurs: guide de l'énergie éolienne* (Nouvelle ed.). Aixen-Provence: Edisud.
- [11].Dubois, C. (2009). *Le guide de l'éolien : techniques et pratiques*. Paris: Eyrolles.
- [12].Fox, B. (2009). *Énergie éolienne et intégration au réseau*. Paris: Dunod.
- [13].Le Gourières, D. (1980). *Energie éolienne : théorie, conception et calcul pratique des installations*. Paris: Eyrolles.