



L'Anémométrie à la Nacelle : Alternative pour les Tours Météorologiques

TATA Madjid

Attaché de Recherche

Division Energie Eolienne - CDER

E-mail : m.tata@cder.dz

Utilisation de l'anémométrie à la nacelle

La collection de données précises de vitesse du vent est l'un des éléments le plus problématique dans le contrôle et les tests de performance des éoliennes. Ces dernières sont caractérisées par trois vitesses qui sont la vitesse de démarrage (V_D), la vitesse nominale (V_N) et la vitesse d'arrêt (V_A) (voir figure 1). La vitesse d'arrêt varie d'une éolienne à une autre. En général, la plupart des éoliennes commerciales ont une vitesse d'arrêt de l'ordre de 25 m/s. Pour arrêter l'éolienne lorsque la vitesse du vent V_A est atteinte, un anémomètre est placé dans son voisinage, mesure cette vitesse et envoie un signal aux systèmes de contrôle et d'arrêt de l'éolienne, tel que le système de contrôle de l'angle de calage, pour la mettre en mode drapeau.

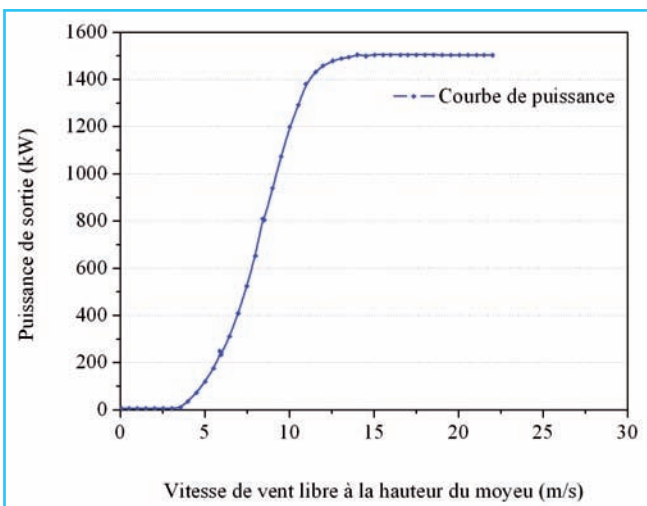


Figure 1. Courbe de puissance d'une éolienne à axe horizontal (1)

La norme de la Commission Electrotechnique Internationale CEI 61400-12-2 spécifie le placement de la tour météorologique entre deux et quatre diamètres du rotor en amont de l'éolienne de référence (2). Cependant, l'utilisation d'une telle tour météorologique à l'amont des éoliennes perturbe l'écoulement à travers la turbine. En outre, l'achat et l'installation d'une tour météorologique peuvent être coûteux, en particulier lorsque la tour doit être aussi haute que le moyeu.

En raison de ces soucis, les propriétaires des parcs éoliens et les fabricants de turbine ont montré un intérêt dans l'utilisation des anémomètres placés sur la nacelle pour la collection de données de vitesse du vent (3). Le problème le plus signi-

ficatif avec cette pratique est que l'écoulement de vent est perturbé par le rotor et la nacelle, ainsi les mesures de vitesse du vent rassemblées par un anémomètre placé à l'arrière de la nacelle ne représentent pas exactement des vitesses du vent non perturbé capturées par le rotor. Ce problème peut être évité si les mesures peuvent être ajustées ; cependant, afin d'effectuer un tel ajustement, des données doivent être rassemblées pour décrire le rapport entre les vitesses du vent non perturbé et l'anémomètre de la nacelle. Une telle collecte de données impliquerait l'installation d'une tour météorologique face au vent, qu'on prévoit d'éviter en utilisant l'anémométrie à la nacelle.

La méthode de l'anémométrie à la nacelle repose sur l'hypothèse de base que si une relation peut être établie entre la vitesse de vent indiqué par l'anémomètre et celle du vent non perturbé, alors il est possible d'estimer la courbe de puissance de l'éolienne sans avoir recours à la tour de référence et sans passer par la procédure de calibration du site de l'IEC 61400-12-2 (4).

Les types d'anémomètres installés sur les nacelles

On distingue deux types d'anémomètres qui sont souvent utilisés sur la nacelle. L'anémomètre à coupelles et l'anémomètre à ultrason. La figure 2 illustre les deux types d'anémomètres qui peuvent être utilisés sur la nacelle (l'anémomètre à coupelle à gauche et à ultrason à droite).



Figure 2. Types d'anémomètres montés sur la nacelle (5)



Emplacement recommandé de l'anémomètre sur la nacelle

Selon les recommandations de la CEI, l'anémomètre doit être situé dans le plan de symétrie de la nacelle. Il doit être quelque part le long de la nacelle où les mouvements et les vibrations sont minimales. Comme représenté dans la figure 3, l'anémomètre doit être placé à l'intérieur de la zone en gris.

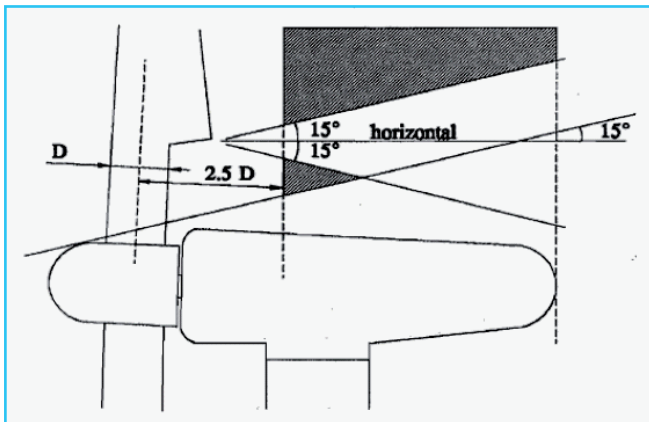


Figure 3. Implantation recommandée pour l'anémomètre sur la nacelle (5)

Selon cette même norme, la distance entre l'anémomètre et l'axe de la partie cylindrique de la pale ne devrait pas être inférieure à 2,5 fois le diamètre de cette dernière. L'écoulement de l'air autour de la nacelle de l'éolienne doit être pris en compte puisque l'anémomètre peut être influencé par le sillage de la nacelle. Dans de telles situations, l'anémomètre doit être installé plus près de la pale. La position verticale de l'anémomètre doit être de sorte qu'il soit loin de la couche limite autour de la nacelle. L'anémomètre ne doit pas être placé dans le sillage dû à la transition brutale possible de la partie cylindrique de la base de la pale à la partie profilée.

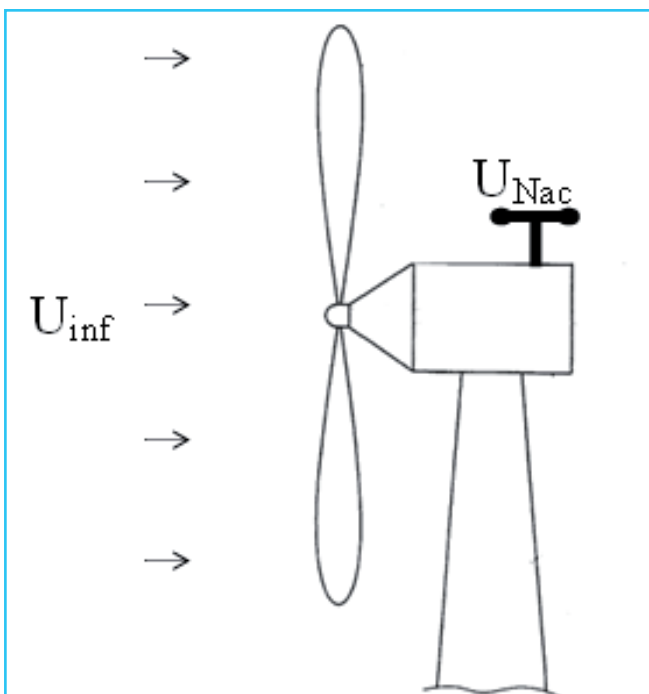


Figure 4. La vitesse à l'anémomètre de la nacelle (U_{Nac}) et la vitesse du vent libre (U_{inf})

Conclusion

L'anémométrie à la nacelle est une technique de mesure de la vitesse à l'aval du rotor de l'éolienne. Etant donné que les tests de performances et le système de mise en mode drapeau des éoliennes exigent comme paramètre de référence la vitesse non perturbée à l'amont du rotor, des corrélations semi-empiriques sont alors développées entre la vitesse de vent mesurée à l'anémomètre de la nacelle (U_{nac}) et la vitesse du vent libre non perturbé (U_{inf}) (voir figure 4).

La mesure de l'anémomètre placé sur la nacelle est influencée par plusieurs paramètres entre autres :

- La géométrie de la nacelle,
- La couche limite autour de la nacelle,
- Le sillage proche généré par le rotor et la nacelle,
- La couche limite atmosphérique,
- L'angle de calage et la position de l'anémomètre sur la nacelle.

Cette corrélation peut être améliorée et optimisée à travers des simulations numériques de l'écoulement de l'air autour de la nacelle. Ceci fait l'objet de travaux de recherche au sein de la DEE où une technique CFD basée sur la résolution des équations moyennées de Navier Stokes est appliquée. Une attention particulière est aussi donnée pour la recherche de la position optimale de l'anémomètre sur la nacelle afin d'éviter les zones perturbées par la couche limite et le sillage proche.

Références

1. W. Yih-Huei, E. Erik, et K.Orwig. 2010 : Development of an Equivalent Wind Plant Power-Curve, National Renewable Energy Laboratory, Conference Paper NREL/CP-550-48146.
2. IEC61400-12-2. 2007. Verification of power performance of individual wind turbine.
3. B. Smith, H. Link, G. Randal and T. Mc Coy. 2002: Applicability of nacelle anemometer measurements for use in turbine power performance tests. Conference Paper.
4. IEC61400-12Ed1.1998. Power performance measurements of grid connected wind turbine. Technical Report 61400-12,IEC.
5. M.Krüger-gotzmann, C. Schiller and Z. Günter. 2007: Wind power installation with separate primary and secondary cooling circuits, IP Research and Communities.