

# Etude par simulation numérique de l'aérodynamique d'une d'éolienne à effet Magnus

Marc BUFFAT, Xavier ESCRIVA <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département Mécanique et LMFA UMR 5509, UCB Lyon 1

22 décembre 2023

## 1 Demande

- **Titre du projet**  
Etude par simulation numérique de l'aérodynamique d'une d'éolienne à effet Magnus
- **Porteur** : Marc BUFFAT, Xavier ESCRIVA
- **Laboratoire** : Laboratoire de Mécanique des fluides et Acoustique : LMFA UMR 5509, Univ. Claude Bernard Lyon 1
- **Partenaires** :
- **Nature du financement demandé** : Stage de M1 (3 mois)
- **Montant de la demande de financement** : 1800€

## 2 Résumé

L'objectif du stage est l'étude aérodynamique d'un nouveau concept d'éolienne verticale à effet Magnus, dans lequel la portance générée par la rotation de cylindres dans un écoulement permet d'entraîner en rotation un rotor pour produire de l'électricité.

Pour faire cette étude on utilisera un outils de CFD (OpenFoam) pour tenter de modéliser l'aérodynamique 2D autour d'une éolienne verticale à effet Magnus. Les résultats seront analysés en comparaison avec un modèle quasi-analytique 1D. Cette étude devrait permettre d'obtenir des éléments pour optimiser le rendement de ce nouveau type d'éolienne.

## 3 Sujet développé

### 3.1 Contexte

L'énergie éolienne est actuellement une source d'énergie renouvelable importante. Dans le secteur des éoliennes, il existe essentiellement deux types d'éoliennes, les éoliennes à axe vertical (Vertical-Axis Wind Turbine ou VAWT) et les éoliennes à axe horizontal (Horizontal Axis Wind Turbine ou HAWT).

Les éoliennes à axe horizontal dominent la majorité de l'industrie éolienne et utilisent des pales aérodynamiques (c'est-à-dire des profils aérodynamiques) entraînant en rotation un

rotor. L'inconvénient de ces éoliennes à axe horizontal est qu'elles sont lourdes, encombrantes et difficiles à mettre en oeuvre et ne fonctionnent pas très bien sous vent faible ou trop violent.

Avec les éoliennes à axe vertical, l'axe de rotation de l'éolienne est vertical ou perpendiculaire au sol. Actuellement les turbines à axe vertical sont principalement utilisées dans des petits projets éoliens et des applications résidentielles. Les éoliennes à axe vertical sont alimentées par un vent venant de toutes les directions. En raison de cette polyvalence, les éoliennes à axe vertical sont considérées comme idéales pour les installations où les conditions de vent ne sont pas constantes ou, dans les cas où l'éolienne ne peut pas être placée suffisamment haut pour bénéficier d'un vent stable.

### **3.2 Eolienne à effet magnus**

Depuis quelques années, un nouveau type d'éolienne est apparue, dans laquelle on remplace les pales par des cylindres en rotation, pour récupérer de la portance par effet Magnus. Pour les éoliennes, des études ont été faites en remplaçant les pales par des cylindres en rotation sur des éoliennes à axe horizontale (GL Demidova et al 2020). Pour les VAWT, une société japonaise (CallEnergy Inc.) a construit plusieurs prototypes d'éoliennes à axes verticales utilisant 2 ou 3 cylindres en rotation entraînant la rotation d'un axe central pour produire de l'électricité et utiliser dans des régions avec des vents forts (typhon) aux Philippines et au Japon.

### **3.3 Limitation des VAWT actuelles à effet Magnus**

Même s'ils sont encourageants, les prototypes actuels de VAWT à effet Magnus actuels sont encore très loin d'avoir un rendement optimal, en particulier parce qu'ils n'optimisent pas la vitesse de rotation des cylindres pour obtenir le maximum de portance (ce qui est fait pour les pales d'éolienne classiques où on a optimisé le profil aérodynamique et l'angle de calage).

L'objectif du stage est d'utiliser un outil de CFD (type OpenFOAM) pour tenter de modéliser l'aérodynamique autour d'une éolienne verticale à effet Magnus, dans des configurations bidimensionnelles pour calculer la portance et la traînée induite par l'effet Magnus sur les cylindres en rotations en tenant compte de la rotation globale de l'éolienne.

La première partie du stage sera consacrée à une étude bibliographique, suivie de l'assimilation d'un modèle quasi-analytique 1D. la seconde partie sera consacrée à la prise en main de l'outil de CFD, la définition du modèle sa mise en oeuvre numérique. Enfin les résultats seront analysés en regard du modèle quasi-analytique 1D.