

## Conception d'un banc d'essais pour la mesure des performances aérodynamiques d'éoliennes à axe vertical

Dans le cadre du projet EOLOHC, financé par l'institut Carnot Ingénierie@Lyon, les laboratoires LMFA et Ampère collaborent sur la modélisation et l'optimisation de petites éoliennes à axe vertical comme source décentralisée de production d'énergie électrique.

### 1. Contexte

La production éolienne actuelle repose principalement sur le développement de sites de production concentrée (champs éoliens) intégrant des machines de fortes puissance (et donc de grandes dimensions). Ces installations suscitent une forte résistance des populations environnantes qui mettent très souvent en avant le bruit comme gêne potentielle. Ce problème d'acceptabilité tend à ralentir, voire empêcher l'aboutissement de certains projets.

Dans le contexte d'une production locale avec des machines de plus faible puissance (et donc de petites dimensions), les éoliennes à axe vertical (ou VAWT pour Vertical Axis Wind Turbine) sont une alternative intéressante aux éoliennes classiques à axe horizontal. Bien que leurs performances soient à priori moins bonnes que celles des éoliennes à axe horizontal, elles présentent néanmoins des avantages quant à leur intégration à petite échelle en environnement urbain. Notamment, ces éoliennes ne nécessitent pas d'être orientées face au vent, conservent de bonnes performances en présence d'écoulement turbulents et peuvent continuer de produire par vent fort.

Bien que les travaux de recherche et développement soient peu nombreux sur les éoliennes à axe vertical, celles-ci connaissent un regain d'intérêt dans la littérature scientifique depuis une quinzaine d'années avec notamment deux types d'application envisagées : l'installation d'éoliennes offshore sur des plateformes flottantes [[De Tavernier2021](#)] et l'installation d'éoliennes de petite taille en environnement urbain [[Mertens2006](#)]. Des travaux récents se sont intéressés à l'effet de certains paramètres géométriques (nombre de pales, cambrure des pales, ...) [[Battisti2016](#), [Miller2021](#)] et des conditions de fonctionnement [[Venkatraman2023](#)] sur les performances aérodynamiques. Les problématiques de développement du sillage [[Ouro2021](#)], qui peut avoir des conséquences sur le placement relatif de plusieurs éoliennes, et d'émission acoustiques [[Weber2015](#), [Venkatraman2022](#)] sont aussi des thèmes de recherche actifs.

### 2. Objectifs du stage

Dans le but d'étudier et d'optimiser les performances de petites éoliennes à axe vertical, le projet EOLOHC prévoit de s'appuyer sur une campagne expérimentale à échelle réduite (voir Figure 1) visant à évaluer les performances aérodynamiques (et acoustiques) d'éoliennes pour un ensemble de paramètres géométriques. Cette campagne permettra d'établir une base de données expérimentale qui pourra servir à alimenter une méthode d'apprentissage pour définir une éolienne optimale pour un scénario de vent choisi.

L'objectif du stage proposé est de préparer cette campagne expérimentale en concevant le banc d'essais qui sera installé dans la soufflerie anéchoïque de l'Ecole Centrale de Lyon (voir Figure 1). Cela comprend les étapes suivantes :

- La définition des paramètres d'intérêt pour les performances aérodynamiques des éoliennes à axe vertical, en se reposant sur une étude bibliographique.

- L'études des règles de similitudes à respecter pour réaliser une étude à échelle réduite représentative des conditions aérodynamiques à taille réelle
- La conception du banc d'essai, incluant le choix de l'instrumentation nécessaire à l'évaluation des performances aérodynamiques de l'éolienne (mesure de la vitesse de rotation, du couple...) et du dispositif permettant de contrôle de la vitesse de rotation de l'éolienne (frein).
- La réalisation de mesures préliminaires sur un modèle d'éolienne à échelle réduite pour valider la conception du banc d'essais.



Figure 1 : Soufflerie anéchoïque du LMFA (gauche) et maquette à échelle d'une éolienne à axe vertical (droite).

### 3. Profil du candidat

Candidat de niveau Master ou équivalent issu d'une formation généraliste ou axée sur la production d'énergie avec un caractère multidisciplinaire incluant des aspects de mécanique des fluides (aérodynamisme) et de conversion d'énergie électrique.

Le candidat a un intérêt pour la conception, ainsi que le travail expérimental.

Une thèse débutera suite à ce stage, dans le cadre du projet EOLOHC, visant à définir une méthode d'optimisation globale de l'ensemble éolienne à axe vertical, incluant la génératrice électrique et le contrôle commande, pour un scénario de vent choisi. Un intérêt particulier sera porté aux candidats envisageant de réaliser une thèse à la suite de leur stage de fin d'études.

#### Contact :

Vincent Clair, Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA), [vincent.clair@ec-lyon.fr](mailto:vincent.clair@ec-lyon.fr)

Pierre Duquesne, Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA), [pierre.duquesne@ec-lyon.fr](mailto:pierre.duquesne@ec-lyon.fr)