

**(Doctorat : D4)**  
**RESUME DE THESE<sup>1</sup>**

**Nom et Prénom du candidat :** AMAR AMOUR      **Année de la 1ère Inscription :** 2019.

**Formation Doctorale :** Recherche et Développement en Sciences & Ingénierie

**Etablissement de domiciliation :** ENSAM/Meknès

**Centre d'Etudes Doctorales :** Sciences et techniques et sciences médicales

<b>Titre de la thèse</b>	Unified Parametric Modeling and Control-Oriented Framework for Modern Wind Turbine Aerodynamics
<b>Discipline/ Spécialité</b>	Sciences de l'Ingénieur/Électromécanique
<b>Nom et Prénom du Directeur de thèse</b>	Abdelaziz ARBAOUI
<b>Structure de Recherche/Etablissement d'Attache</b>	INSCM , LM2I /ENSAM-Meknès
<b>Nom et Prénom de la Structure de Recherche</b>	Brahim OUHBI
<b>Nom du Codirecteur de thèse</b>	
<b>Structure de Recherche/Etablissement d'Attache</b>	

**Résumé : (150 mots)**

L'expansion rapide de l'énergie éolienne à l'échelle mondiale exige des modèles aérodynamiques précis et des stratégies de commande avancées. Au cœur de ces problématiques se trouve le coefficient de puissance  $C_p$ , qui mesure l'efficacité aérodynamique des éoliennes et influence directement les performances, la conception et la commande du système. Cette thèse propose un cadre méthodologique unifié pour la formulation analytique, la calibration, et l'application en commande des modèles paramétriques  $C_p(\lambda, \beta)$ . La première partie développe une méthodologie statistique robuste pour l'ajustement et la qualification des modèles exponentiels à l'aide d'une optimisation non linéaire et d'une évaluation multicritère. L'analyse, réalisée sur trois turbines de référence (MOD-2, NREL 5 MW et NREL Ames), met en évidence les dépendances structurelles entre les paramètres du modèle et les régimes de fonctionnement de la turbine. Sur cette base, des expressions analytiques fermées du  $C_p$  sont dérivées à partir des théories de la quantité de mouvement axial et des éléments de pale, offrant une meilleure compréhension physique et une plus grande transparence analytique. Un nouveau modèle paramétrique est ensuite proposé pour les turbines à régulation par décrochage, intégrant explicitement le rapport de traînée sur portance ( $C_d/C_l$ ) afin d'améliorer la précision de prédiction en régime post-décrochage. En fin, le cadre est étendu aux turbines à régulation par pas collectif, où la formulation analytique du  $C_p$  est intégrée dans le contrôleur open-source ROSCO pour permettre une planification des gains continue et transparente. Les simulations temporelles réalisées sur la turbine de référence NREL 5 MW, en utilisant l'OpenFAST, montrent que le contrôleur proposé reproduit fidèlement la dynamique de référence tout en réduisant le coût de calcul et les charges structurelles. Dans son ensemble, ce travail établit une méthodologie cohérente reliant la modélisation aérodynamique, la calibration empirique et la synthèse de commande. Le cadre proposé constitue une base interprétable, efficace et prête à l'emploi pour la conception et l'optimisation des systèmes éoliens de nouvelle génération.

**Mots clés :** éolienne, modélisation, calibration, aérodynamique, coefficient de puissance, commande de pas, planification des gains, fatigue structurelle, OpenFAST, ROSCO.

<sup>1</sup> Le présent résumé sera publié conformément à l'article 31 des NSPCD- 2023.