

RÉSUMÉ

Dans un contexte marqué par le réchauffement climatique, l'épuisement des ressources fossiles et les enjeux croissants de sécurité énergétique, les énergies renouvelables jouent un rôle crucial dans les politiques de transition énergétique. Dans ce contexte, l'énergie éolienne se distingue par son fort potentiel et la maturité de sa technologie. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette thèse, qui s'articule autour de l'optimisation des stratégies de maintenance des éoliennes, avec un focus particulier sur les boîtes de vitesses (*gearbox*).

Le premier chapitre présente une revue de littérature sur l'énergie éolienne. Il examine en particulier les stratégies de maintenance *onshore* et *offshore*, décrit les principaux composants des éoliennes et discute les apports récents de l'intelligence artificielle et du traitement des données.

Le deuxième chapitre présente une première stratégie de maintenance préventive basée sur les données de fiabilité (MBF). Dans notre étude, la stratégie proposée repose sur un déclenchement du refroidissement à partir d'un seuil critique, puis introduit une approche par maintenance préventive imparfaite (MPI). Cette dernière est modélisée analytiquement selon deux variantes optimisant respectivement la période de renouvellement et le nombre d'actions de MPI.

Dans le troisième chapitre, une nouvelle stratégie basée sur la conception des éoliennes dans un contexte de reconfiguration est proposée. Deux configurations sont comparées, tantôt avec une seule boîte de vitesses puis avec deux boîtes de vitesses fonctionnant en alternance, à travers des modèles mathématiques visant à minimiser les coûts moyens par unité de temps.

Le quatrième chapitre propose une stratégie de maintenance périodique orientée profit, intégrant différents niveaux d'efficacité via des packages de maintenance, et optimisée à l'aide d'un modèle analytique. Afin de mettre en évidence la robustesse des modèles analytiques développés, des exemples numériques et des études de sensibilité sont présentés.

Enfin, le dernier chapitre présente des solutions à notre problématique par la maintenance prédictive par le biais des outils de l'IA. Plusieurs modèles de *machine learning* sont étudiés et analysés comparativement pour prédire la température de l'huile des boîtes de vitesses à partir de données SCADA. Ce chapitre représente donc une étape préliminaire pour tester la faisabilité de la maintenance prédictive pour ce type de problème.

Une des perspectives de cette thèse sera consacrée aux prises de décisions issues des informations récoltées par les méthodes de *machine learning*.

Mots clés : *Stratégies de maintenance, Maintenance préventive imparfaite, Boîte de vitesses d'éolienne, Machine Learning*