

# Projet scientifique

---

*Thème : Amélioration du rendement d'un générateur éolien à double excitation isolé avec prise en compte du comportement mécanique.*

## **POSITIONNEMENT DU PROBLEME ET APPORT CIBLE PAR LE PROJET**

Le présent projet vise à développer des modèles d'éoliennes intégrant des générateurs à double excitation, avec prise en compte des comportements aérodynamique, électrique et mécanique. Les travaux sur cette thématique viseront au début l'établissement de modèles linéaires qui permettront ensuite la mise en place des structures de contrôle appropriées tant du point de vue électrique que mécanique. Parallèlement, des modèles non linéaires très complets devront également être développés pour permettre une validation en simulation très poussée. Le modèle de commande devra prévoir la possibilité de commander de façon séparée l'angle de calage de chacune des pales « self pitch control ».

Pour une éolienne, les deux zones de fonctionnement intéressantes sont les zones classiquement appelées « Région 2 » (vitesse du vent inférieure à la vitesse nominale) et « Région 3 » (vitesse du vent supérieure à la vitesse nominale). En « Région 2 », le couple sera commandé (à angle de calage des pales constant) pour maximiser la puissance récupérée et en « Région 3 », l'angle de calage des pales sera commandé en maintenant la puissance constante. Actuellement, ces 2 commandes sont totalement indépendantes et on considère les boucles de contrôle comme des systèmes mono-variables. Les modèles développés dans ce projet seront multi-variables afin de pouvoir prendre en compte des couplages entre axes. Le but est de développer une chaîne de commande multi-variable permettant de faire « au moins aussi bien », en termes de performances, qu'une commande à 2 boucles mono-variables tout en atténuant les couplages entre axes et en réduisant la fatigue mécanique des pales et de la tourelle. Dans le même contexte, nous souhaitons évaluer également l'apport des générateurs synchrones à double excitation en termes de performances. Le terme double excitation indique que le flux inducteur de la machine est créé par deux sources de flux : des bobines d'excitation et des aimants permanents. Ce type de machine associe les avantages des machines synchrones à aimants permanents (puissance massique, rendement de conversion) et des machines synchrones à rotor bobiné (souplesse de commande). Le degré de liberté apporté par l'excitation bobinée offre la possibilité de travailler sur l'amélioration de l'efficacité énergétique sur cycle de fonctionnement avec sollicitations aléatoires, comme dans le cas de l'éolien. L'excitation bobinée permet soit de simplifier la structure complète du générateur, soit d'exploiter le degré de liberté supplémentaire pour améliorer les performances et le confort. Le dernier volet de ce projet portera sur l'amélioration de la qualité de la tension générée par intervention sur la structure de génération (machine) et par intégration et commande de structures de filtrage actif entre le générateur et sa charge.

L'ensemble de ces travaux seront validés expérimentalement grâce au montage d'un banc expérimental.

L'objectif de la visite est d'établir des accords de principe sur des projets d'encadrements conjoints autour de la thématique proposée.

## **PARTIES INTERVENANTES :**

- Laboratoire SATIE (Pôle CSEE<sup>1</sup>, groupe SETE<sup>2</sup>) : Lionel VIDO, Sandrine LEBALLOIS
- Equipe VEEP<sup>3</sup> du Laboratoire LETI<sup>4</sup>, ENI-Sfax : Helmi ALOUI.

## **MOYENS ET ACTIONS ENVISAGES :**

- Logiciels : MATLAB, ANSYS, SIMPLORER.
- Matériel : banc éolien (moteur d'entraînement + Génératrice Synchrone à Double Excitation), carte dSpace, DSP ou FPGA, codeur de position, capteurs de couple, température, ....
- Encadrements conjoint de Thèses, Masters et projets de fin d'études ingénieurs.

---

<sup>1</sup> Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique.

<sup>2</sup> Systèmes d'Energie pour le Transport et l'Environnement

<sup>3</sup> Véhicule Electrique et Electronique de Puissance

<sup>4</sup> Laboratoire d'Electronique et des technologies de l'Information