



## AVIS RECTIFICATIF DE SOUTENANCE DE THESE

*Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que*

Mme (elle) **EL ALAMI Houda**  
Soutiendra : **le Vendredi 04/10/2024 à 15h00**  
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

*Une thèse intitulée :*

**« Contribution à la Commande Prédictive de type FCS-MPC pour un Système Éolien à Base de la Génératrice Asynchrone à Double Alimentation »**

*En vue d'obtenir le Doctorat*

*FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication  
Spécialité : Génie électrique*

*Devant le jury composé comme suit :*

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr KARIM Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Président
Pr EL OUARIACHI Mostafa	Ecole Supérieure de Technologie, Oujda	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL BEKKALI Chakib	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BOUZI Mostafa	Faculté des Sciences et Techniques, Settat	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL YAAKOUBI Ali	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	MCH	Examineur
Pr EL ALAMI Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	MCH	Examineur
Pr BOSSOUFI Badr	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Directeur de thèse



## Résumé :

En raison de l'épuisement des combustibles fossiles et des préoccupations environnementales croissantes concernant le réchauffement climatique, la production d'électricité à partir des éoliennes revêt aujourd'hui une importance cruciale pour le développement durable à l'échelle mondiale. Actuellement, les aérogénérateurs équipés de génératrices asynchrones à double alimentation (GADA) dominent le marché mondial grâce à leurs divers avantages.

L'objectif de cette thèse est d'élaborer et d'implémenter des stratégies de commande linéaires et non linéaires pour un système de conversion d'énergie éolienne basé sur une GADA à vitesse variable.

Dans un premier temps, une stratégie de contrôle vectorielle est adoptée pour contrôler les courants du rotor et du réseau en utilisant un régulateur PI. Cependant, les résultats obtenus montrent que celles-ci restent sensibles aux perturbations extérieures et aux variations paramétriques de la machine. Pour cela, le contrôle mode glissant (SMC) basé sur la fonction de Lyapunov est proposé pour résoudre les différents incertitudes et perturbations, mais son problème majeur réside dans le phénomène de chattering causé par le terme discontinue de la commande SMC.

Dans un deuxième temps, et afin d'améliorer les performances de la commande SMC, notamment en minimisant les ondulations, la commande prédictive de type FCS-MPC avec un onduleur à deux et trois niveaux est présentée et implémentée. Ensuite, une analyse comparative de ces techniques est effectuée, mettant en valeur l'efficacité des améliorations proposées.

Enfin, une validation expérimentale de nos résultats de simulation a été effectuée à l'aide du kit de prototypage des lois de commande basé sur la carte dSPACE DS1104. Cette validation a démontré l'efficacité et les performances des contrôleurs susmentionnés sur les systèmes éoliens. Les résultats expérimentaux obtenus révèlent les hauts performances dynamiques et statiques des commandes proposées, ainsi que la robustesse de la commande améliorée.

## Mots clés :

Génératrice asynchrone à double alimentation.

Chaîne de conversion d'énergie éolienne.

Onduleur NPC trois niveaux.

La commande prédictive sans étage de modulation FCS-MPC.

Carte dSPACE DS1104.



## Contribution to FCS-MPC Predictive Control for a Wind Turbine System Based on Doubly-Fed Induction Generator

### Abstract :

Due to the depletion of fossil fuels and the increasing environmental concerns regarding global warming, electricity production from wind turbines has become crucial for sustainable development worldwide. Currently, wind turbines equipped with doubly-fed induction generators (DFIG) dominate the global market due to their various advantages.

The objective of this thesis is to develop and implement nonlinear control strategies for a variable-speed wind energy conversion system based on a DFIG.

Initially, a vector control strategy is adopted to control the rotor and grid currents using a PI controller. However, the results show that these remain sensitive to external disturbances and parametric variations of the machine. Therefore, a sliding mode control (SMC) based on the Lyapunov function is proposed to address various uncertainties and disturbances, but its major drawback lies in the chattering phenomenon caused by the discontinuous term of the SMC.

Subsequently, to improve the performance of the SMC, particularly in minimizing ripples, a predictive control of the FCS-MPC type with a two-level and three-level inverter is presented and implemented. Then, a comparative analysis of these techniques is conducted, highlighting the effectiveness of the proposed improvements.

Finally, an experimental validation of our simulation results was carried out using the control laws prototyping kit based on the dSPACE DS1104 board. This validation demonstrated the effectiveness and performance of the aforementioned controllers on wind systems. The experimental results reveal the high dynamic and static performance of the proposed controls, as well as the robustness of the improved control.

### Key Words :

Doubly-fed induction generator (DFIG).

Wind energy conversion chain.

Three-level NPC inverter.

Predictive control without modulation FCS-MPC.