

La production d'énergie est un défi de grande importance pour les années à venir. En effet, les besoins énergétiques des sociétés industrialisées ne cessent d'augmenter. Par ailleurs, les pays en voie de développement auront besoin de plus en plus d'énergie pour mener à bien leur développement. De nos jours, une grande partie de la production mondiale d'énergie est assurée à partir de sources fossiles. La consommation de ces sources donne lieu à des émissions de gaz à effet de serre et donc une augmentation de la pollution. Le danger supplémentaire est qu'une consommation excessive du stock de ressources naturelles réduit les réserves de ce type d'énergie de façon dangereuse pour les générations futures.

Par énergie renouvelable, on entend des énergies issues du soleil, du vent, de la chaleur de la terre, de l'eau ou encore de la biomasse. A la différence des énergies fossiles, les énergies renouvelables sont des énergies à ressource illimitée. Les énergies renouvelables regroupent un certain nombre de filières technologiques selon la source d'énergie valorisée et l'énergie utile obtenue. Parmi les énergies non polluantes, l'énergie éolienne a été identifiée comme une des plus prometteuses des énergies renouvelables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

De nos jours, l'énergie éolienne est devenue une solution viable pour la production d'énergie, en complément des autres sources d'énergie renouvelables. Alors que la majorité des éoliennes installées sont à vitesse fixe, le nombre des éoliennes à vitesse variable ne cesse d'augmenter.

Actuellement, le système éolien à vitesse variable basé sur la Machine Asynchrone à Double Alimentation (MADA) en anglais « *Doubly Fed Induction Machine (DFIM)* » est le plus utilisé dans les fermes éoliennes terrestres. Son principal avantage, et non des moindres, est d'avoir ses convertisseurs statiques triphasés dimensionnés pour une partie de la puissance nominale de la MADA, ce qui en fait un bénéfice économique important par rapport à d'autres solutions possibles de conversion électromécanique (machine synchrone à aimants permanents par exemple).

Les éoliennes utilisées pour la production d'électricité doivent permettre de produire un maximum de puissance en exploitant au mieux l'énergie disponible dans le vent. C'est pour cela que de nombreux systèmes de commande de l'éolienne, agissant au niveau de la partie mécanique ou électrique, sont développés pour maximiser la conversion d'énergie

On parle alors de recherche du point de fonctionnement à puissance maximum (MPPT en anglais *Maximum Power Point Tracking*). Il est possible de modifier l'angle de calage des pales, ou la vitesse de rotation de l'hélice ou bien encore jouer sur la commande de la génératrice.

La recherche du maximum se fait en permanence et l'éolienne s'adapte donc à chaque variation de vent pour être dans une configuration d'extraction maximale de puissance. De tels systèmes incorporant aussi des sécurités qui permettent par exemple de limiter la puissance produite lorsque le vent devient trop important et risque d'endommager l'éolienne.

La commande vectorielle par orientation du flux présente une solution attractive pour réaliser de meilleures performances dans les applications à vitesse variable pour le cas de la machine asynchrone double alimentée aussi bien en fonctionnement générateur que moteur.

Dans la chaîne de conversion électromécanique d'un système éolien, les convertisseurs statiques triphasés à structure tension sont des éléments essentiels car ils permettent de contrôler les puissances active et réactive injectées sur le réseau électrique en fonction de la vitesse du vent appliqué sur les pales de l'éolienne.

Les objectifs principaux de cette ce mémoire sont de montrer d'une part qu'un système éolien basé sur une MADA peut contribuer à l'amélioration de la qualité de l'énergie électrique en compensant la puissance réactive et active et l'utilisation les convertisseurs multi niveaux.

Le premier chapitre est consacré à l'état de l'art de l'aérogénérateur particulièrement l'aérogénérateur asynchrone à double alimentation où les technologies d'éoliennes ainsi que les différents composants constituant l'aérogénérateur seront brièvement présenté.

Dans le deuxième chapitre, la modélisation et la commande du système de conversion éolienne basé sur une MADA a été présenté où les différents éléments de ce système sont représentés en schémas blocs et ses équivalents sous l'environnement Matlab/Simulink. C'est aussi dans ce chapitre que le contrôle du système éolien sera présenté en utilisant deux stratégies de commande différentes. La stratégie MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) repose sur le principe de l'extraction du maximum de puissance de l'éolienne et de son injection dans le réseau. La commande vectorielle de la puissance active et réactive statorique permet un réglage de celles-ci selon des consignes déterminées au préalable par le

gestionnaire de réseau. Des résultats de simulation seront présentés dans l'objectif de vérifier et valider les stratégies de contrôle.

Dans le troisième chapitre on va aborder la modélisation des convertisseurs à trois niveaux à structure NPC (onduleur) qui permettent l'échange d'énergie entre le rotor de la machine et le réseau.