

L'énergie électrique est un facteur essentiel pour le développement et l'évolution des sociétés humaines que ce soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie que sur le développement des activités industrielles. Elle est devenue une forme d'énergie indispensable par sa souplesse d'utilisation et par la multiplicité des domaines d'activité où elle est appelée à jouer un rôle de plus d'important. Ces modes de production ainsi que les moyennes de distribution associés sont amenés à subir de profonds changements au cours des prochaines décennies. En effet, jusqu'à présent la production d'électricité provenait essentiellement de la filière nucléaire et de la transformation de ressources naturelles fossiles [52]. Ces deux modes de production posent des problèmes dont l'importance est croissante au fil des années. Il s'agit du stockage de déchets nucléaires non rétractables et de la disparition prévue au 21^{ème} siècle, des principales sources d'énergie fossile. Les contraintes environnementales concernant les rejets dans l'atmosphère de gaz à effet de serre (principalement le CO₂ et le CH₄) renforcent également l'idée d'une production d'énergie électrique propre, économique et durable.

Ainsi, les modes de production reposant sur la transformation d'énergie renouvelable (éolien, solaire,...) sont appelés à être de plus en plus utilisés dans le cadre du développement durable. Aujourd'hui, et grâce à l'évolution récente de l'électronique de puissance et micro-informatique, le domaine de production de l'énergie électrique à vitesse variable, a connu ces dernières années un essor considérable. La littérature atteste du grand intérêt accordé aujourd'hui à la machine à double alimentation (MADA) pour diverses applications : en tant que génératrice pour les énergies éoliennes ou en tant que moteur pour certaines applications industrielles comme le minage, la traction ferroviaire ou encore la propulsion maritime. Cet intérêt est dû essentiellement aux degrés de liberté qu'elle offre du fait de l'accessibilité des on rotor et donc de la possibilité de l'alimenter par un convertisseur aussi bien du côté du stator que du côté rotor[38].

Le schéma de raccordement le plus typique de cette machine consiste à raccorder le stator directement au réseau, alors que le rotor est alimenté à travers un convertisseur de puissance contrôlé. Cette solution est plus attractive pour toutes les applications où les variations de vitesse soient limitées autour de la vitesse de synchronisme vu que ce domaine de fonctionnement présente un faible glissement, et par conséquent le convertisseur associé au rotor doit être traité seulement une fraction de 20 à 30 % de la puissance nominale du système de conversion. Ceci signifie que les pertes dans le convertisseur est moindre (puissance fournie au rotor est faible) ainsi que le coût de celui-ci s'en trouve réduit. C'est la raison pour

laquelle on trouve cette machine dans les systèmes de production en fort puissance à vitesse variable et fréquence constante. Une seconde raison est la possibilité de contrôler la puissance active et réactive dans le stator via le contrôle du convertisseur de puissance.

Bien que la conversion indirecte de fréquence en utilisant une cascade redresseur/lien continu/onduleur soit une technique bien établie, la conversion directe est toujours peu connue, même si dans beaucoup d'applications d'entrainements à courant alternatif, il est souhaitable de replacer le convertisseur de tension conventionnel AC/DC/AC par un convertisseur plus compact, tout en gardant de bonnes formes d'ondes entrée/sortie et la possibilité de réglage du facteur de puissance à l'entrée. En effet, les récentes avancées en électronique de puissance ont permis l'émergence du convertisseur matriciel (CM) permettant une conversion directe AC/AC. Jusqu'à présent, l'intérêt pour ce convertisseur était d'une nature plutôt académique et ainsi il existe très peu de produit commercialisé du convertisseur matériel en adéquation aux efforts fournis dans de nombreux laboratoires de recherche [55]. Aujourd'hui, le convertisseur matriciel de puissance est devenu un axe de recherche important et plus attractif par beaucoup de chercheurs dans le domaine d'entraînement ou de génération à vitesse variable grâce aux avantages présentés par celui-ci par rapport au convertisseur classique comme le cycle convertisseur et le cascade redresseur/lien continu/onduleur.

Dans la littérature du convertisseur matriciel, on trouve deux stratégies de commande qui sont principalement adoptées à la commande du convertisseur matriciel. La première est basée sur la méthode de modulation de venturini et la deuxième sur la modulation par vecteur spatial (SVM).

Dans notre travail, le choix est porté sur la méthode de modulation de venturini en vue d'une commande rapprochée du convertisseur matriciel à fin de parvenir à un réglage découplé des puissances actives et réactives générées par la MADA. Cette méthode présente un avantage exceptionnel par rapport à la deuxième méthode, qui réside dans le taux d'harmonique réduit. C'est donc dans ce cadre que nous allons adopter un contrôle vectoriel découplé des puissances active et réactive de la MADA basé sur l'orientation de la tension statorique suivant le référentiel synchrone lié au champ tournant dont l'objectif d'assurer des hautes performances et une meilleure exécution de la machine asynchrone à double alimentation d'une part, et d'autre part de rendre le système insensible aux perturbations extérieures et aux variations paramétriques.

Introduction générale

Au cours de notre travail, nous allons présenter tous les étapes à franchir pour parvenir à ce résultat. Les aspects concernant le choix de la configuration de la MADA, du convertisseur matriciel et la technique de commande rapprochée et éloignée, jusqu'à la simulation du système de la conversion, sont décrits dans cette étude. Dans ce contexte, notre thèse est structurée comme suit :

Dans le premier chapitre nous allons présenter un état de l'art sur les systèmes de conversion éolienne

Dans le deuxième chapitre nous développerons une étude de la turbine éolienne, puis de la MADA par simulation. Ceci permettra d'introduire un modèle équivalent pour la MADA dont l'objectif d extraite les caractéristiques principales : couple, vitesse, courant, tension, puissance active et réactive.

Dans le troisième chapitre nous allons faire une modélisation et simulation du convertisseur matriciel.

En fin le dernier chapitre sera consterner l'implémentation d'un algorithme de réglage découplé des puissances active et réactive de la MADA connectée directement au réseau et pilotée son rotor via un convertisseur matriciel commandé par la technique de modulation de venturini.