

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale :

Le travail présenté dans ce mémoire a deux objectifs principaux : La première porte sur la commande en puissance d'un système éolien à base de machine asynchrone à double alimentation. Le second objectif concerne l'association d'un système de stockage inertiel d'énergie avec le système éolien afin d'offrir une possibilité pour ces derniers de participer aux services système et contribuer à l'amélioration de la qualité d'énergie.

Face à cet objectif, notre étude s'est déroulée selon les étapes suivantes :

Dans la première partie de ce mémoire, on a présenté un survol des systèmes de conversion éolienne, et leur évolution durant les dernières années. Des statistiques sont données montrant l'évolution de la production et la consommation de l'énergie éolienne dans le monde sans oublier l'Algérie. Ensuite nous avons présenté les différents types des aérogénérateurs à savoir les éoliennes à vitesse fixe et celles à vitesse variable. A la fin de cette partie, nous avons pu noter, que la structure utilisant la machine asynchrone à double alimentation présente le meilleur avantage en termes de production de puissance élevée en fonctionnement à vitesse variable sur la zone 2 à cause de ses performances vis-à-vis des autres machines.

Dans la deuxième partie nous avons effectué une modélisation et simulation de la chaîne globale d'un système éolien. Nous avons modélisé dans un premier temps la turbine éolienne et sa commande MPPT, ensuite on s'est intéressé à la modélisation et la commande de la machine asynchrone à double alimentation pour le fonctionnement en mode génératrice. Le développement de différentes méthodes de commande a permis de mettre en évidence des aspects intéressants pour la poursuite de l'étude du système éolien. Après avoir réalisé les différentes commandes appliquées à la MADA, on peut conclure que la commande directe, est la plus simple à mettre en œuvre par rapport à la commande indirecte, cette dernière permet d'obtenir un système performant et robuste fonctionnant en mode génératrice. La fin de ce chapitre présente des modèles de convertisseurs statiques bidirectionnels à deux niveaux (CCM/CCR) qui sont introduits dans la branche rotorique, pour obtenir des représentations plus proches de la réalité d'un système éolien.

La troisième partie est consacrée à l'application des techniques de commande robustes non linéaire, à savoir la commande par mode glissant et la commande backstepping. Les résultats obtenus ont montrés que ces techniques de réglage apportent des améliorations

## Conclusion générale

---

remarquables par rapport au contrôle vectoriel classique (PI), car ces techniques offrent de bonnes performances statiques et dynamiques, comme elle accorde aussi une meilleure poursuite.

Dans le quatrième chapitre, nous avons entamé l'étude du système de stockage d'énergie avec sa modélisation. Ensuite nous avons abordé la modélisation de la machine asynchrone (MAS) utilisée dans le système de stockage d'énergie, en tenant compte des hypothèses simplificatrices. La mise en équation des différentes grandeurs caractérisant la machine étudiée, nous a permis d'établir un modèle mathématique équivalent dont la complexité a été réduite en se basant sur la transformation de PARK. Ensuite nous avons étudié la commande vectorielle par orientation du flux rotorique. On utilise pour ce la différents types de régulateurs à savoir le régulateur classique PI, et d'autres régulateurs avancés tels que le mode glissant et le backstepping ; afin de découpler le flux et le couple pour avoir un système simple à commander. Les résultats de simulations ont permis de vérifier les performances de ces commandes. A la fin du chapitre, nous avons étudié la chaîne éolienne complète connectée au réseau avec le système de stockage d'énergie, le système est composé d'une turbine, de trois convertisseurs (redresseur et deux onduleurs) associés à une Machine Asynchrone Doublement Alimentée et une Machine Asynchrone avec rotor couplé à un volant d'inertie.

Les résultats obtenus du système global (système de conversion éolien +SISE) ont montré qu'il est judicieux d'utiliser cette solution afin d'obtenir un système de production plus pratique pour le gestionnaire de réseau électrique. Ainsi, on a montré que les méthodes de contrôle du SISE donnent des résultats similaires.

Notre travail ouvre des perspectives intéressantes pouvant contribuer à l'amélioration du fonctionnement du système tel que :

- ✚ Utilisation des convertisseurs multiniveaux afin d'améliorer la performance de la cascade.
- ✚ Etude d'un système inertiel de stockage d'énergie basée sur une machine synchrone à aimant permanent, en faisant une comparaison des résultats avec la machine asynchrone à cage.
- ✚ Afin d'améliorer le lissage et fournir une puissance de référence, on peut envisager également l'ajout d'un stockage à long terme.