

Les applications industrielles des entraînements à vitesse variable exigent des performances de plus en plus importantes ainsi qu'une fiabilité maximale et un coût minimum. Historiquement, la machine à courant continu a été reine dans le domaine de la variation de la vitesse et son emploi est largement répandu même de nos jours, cependant elle ne peut servir dans les domaines de grandes puissances, ni aux milieux corrosifs, enfin le système balais collecteur nécessite un entretien permanent.

D'autres dispositifs ingénieux ont conduit au développement du moteur asynchrone à rotor bobiné comme le réglage rhéostatique de vitesse mais avec ses limites de plage de variation. C'est d'ailleurs ce type de machine un peu spéciale qui fait l'objet d'une application de vitesse variable pour un processus spécifique (tels les laminoirs, les bobineuses, les enrouleuses, la traction électrique,...). Dans le domaine des entraînements de grandes puissances, il existe une solution nouvelle et originale, utilisant une machine alternative fonctionnant dans un mode un peu particulier.

Il s'agit de la machine à double alimentation « *Double Feed Asynchronous Motor* » (DAFM) : le stator est alimenté par un réseau fixe et le rotor par alimentation variable qui peut être une source de tension ou une source de courant.

Le moteur asynchrone à double alimentation peut développer son couple nominale à une vitesse qui peut aller jusqu'au double de sa vitesse nominale [2], et il présente un excellent comportement dynamique et qui est dû à la bonne distribution du champ magnétique au niveau de son rotor. Malheureusement, la machine asynchrone présente un inconvénient majeur, sa structure dynamique est fortement non linéaire à cause de l'existence d'un fort couplage entre le couple et le flux ce qui complique sa commande.

Il existe plusieurs techniques de commandes appliquées sur les machines asynchrones, se classifiant en deux catégories : contrôle scalaire et contrôle vectoriel. Dans le premier groupe, la vitesse est contrôlée par la fréquence et l'amplitude de la source d'alimentation de la machine. Par contre le deuxième groupe, est basé sur le contrôle du vecteur flux de la machine. A cette fin, les sorties du système de contrôle sont les consignes du vecteur tension ou courant qu'il faut fournir à la machine.

Les derniers développements de la commande pour la machine asynchrone ont vu l'émergence de différentes structures basées sur le contrôle vectoriel, parmi lesquelles : le contrôle direct du couple ou *DTC* (Direct Torque Control) qu'est apparu au milieu des années 80 comme concurrentiel par rapport aux techniques de commande vectorielle.

Au contraire de ces dernières, qui sont basées sur des formalismes mathématiques pointus mais rigoureux [18], les techniques de contrôle direct étaient à leur origine basées sur

une connaissance qualitative et simplifiée du comportement de la machine. Souvent les actions de réglage étaient entreprises en recourant à de simples régulateurs par hystérésis et des tableaux de localisation.

Elle présente des avantages déjà bien connu par rapport aux techniques classiques, notamment en ce qui concerne la réduction du temps de réponse du couple, la robustesse vis-à-vis aux variations paramétriques, l'absence de transformation de PARK et elle s'adapte par nature à l'absence de capteur mécanique connecté à l'arbre du moteur [11]. Les performances de cette commande sont conditionnées par des modèles de la machine qui sert à estimer le flux statorique et le couple électromagnétique.

Le but de notre travail est d'introduire la commande directe du couple de la machine asynchrone à double alimentation et d'étudier les améliorations de cette commande avec réglage de vitesse. Dans ce contexte, le mémoire comporte quatre chapitres.

Le premier chapitre, sera consacré à l'étude des entraînements utilisés dans l'industrie. Un aperçu contenant des applications permettra de situer le présent travail.

Dans le second chapitre, on rappellera le principe de modélisation de la machine dans le repère diphasé de Park, en décrivant son modèle d'état et notamment les expressions donnant le couple électromagnétique et la vitesse de rotation de la machine. Finalement nous exposons les résultats de simulation lors du fonctionnement à vide et en charge.

Dans le troisième chapitre, on décrira en détail la mise en œuvre de la partie théorique du contrôle direct du couple classique appliqué à la commande de la machine. On présentera également les résultats de simulation obtenus pour un fonctionnement en charge.

Dans le quatrième chapitre, on passera à l'étape de régulation de la boucle de vitesse pour une amélioration des réponses du système.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale établissant une synthèse du travail réalisé, et indiquant les éléments à approfondir. Ainsi que les perspectives et éventuelles d'améliorations qui peuvent être envisagées.