

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Etat de l'art sur la conversion de l'énergie éolienne.	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Aperçu sur l'énergie éolienne	3
I.2.1 Historique	3
I.3. Présentation du système éolien	4
I.3.1 Définition du système éolien	4
I.3.2 Les différents types d'éoliennes	4
I.3.2-a) Les éoliennes à axe vertical	4
I.3.2-b) Les éoliennes à axe horizontal.....	6
I.4. Principales composantes d'une éolienne à axe horizontal.....	8
I.4.1 La tour	8
I.4.2 La nacelle	8
I.4.3 Le rotor.....	9
I.5. Régulation mécanique de la puissance d'une éolienne	10
I.5.1 Contrôle à calage variable de pale	11
I.5.2 Régulation par décrochage aérodynamique	11
I.5.3 Régulation active par décrochage aérodynamique	11
I.6. Technologies des systèmes éoliens	11
I.6.1 Eoliennes à vitesse fixe	11
I.6.1.1 Les avantages de l'éolienne à vitesse fixe	12
I.6.1.2 Les inconvénients de l'éolienne à vitesse fixe.	12
I.6.2. Intérêt de la vitesse variable	13
I.6.3. Eoliennes à vitesse variable.....	13
I.6.2.1 Systèmes utilisant la machine asynchrone à cage	14
I.6.2.2. Systèmes utilisant la machine asynchrone à double alimentation.....	15
I.6.2.3 Générateur Synchrone à Rotor Bobiné	16
I.6.2.4 Systèmes utilisant la machine synchrone à aimant permanent	17
I.6.2.4 Comparaison entre les différents fonctionnements d'éoliennes.....	19
I.7 Avantages des éoliennes à base des machines synchrones à aimants permanents par rapport aux autres types de machines	19
I.8 Avantages et inconvénients de l'énergie éolienne	20
I.8.1 Avantages	20

I.8.2 Inconvénients.....	20
I.9 Exploitation de l'énergie éolienne	21
I.9.1 Eolienne connecté au réseau.....	21
I.9.2 Eolienne alimentant une charge isolée.....	21
I.10 Conclusion	22
Chapitre II : <i>Modélisation de la chaîne éolienne.</i>	
II.1 Introduction	23
II.2 Structure générale de la chaîne de conversion étudiée	23
II.3 Modèle du vent	24
II.4 Modélisation de la turbine éolienne.....	24
II.4.1 Modélisation de la partie mécanique.....	26
II.4.2 modélisation du multiplicateur.....	27
II.4.3 Modèle de l'arbre de transmission.....	27
II.5 Modélisation de la machine synchrone à aimant permanent.....	29
II.5.1 Composition de la MSAP	29
II.5.1.1 Le stator	29
II.5.1.2 Le rotor	30
II.5.2 Hypothèses simplificatrices	30
II.5.3 Équations électriques dans un repère naturel	30
II.5.4 Passage au repère de Park	31
II.5.5 Équations magnétiques	33
II.5.6 Puissance et couple électromagnétique.....	34
II.5.7 Équation mécanique.....	35
II.6 Modélisation et commande des convertisseurs de puissance	35
II.6.1 Commande du convertisseur par Modulation Sinus Triangle.....	36
II.7 Modélisation du bus continu.....	38
II.8 Conclusion.....	39
Chapitre III : Contrôle de la chaîne De conversion par Des régulateurs classiques <i>PI</i> .	
III.1 Introduction	40
III.2 Contrôle du convertisseur coté génératrice (CCG)	40

III.2.1 Stratégie de control MPPT.....	40
III.2.1.a Contrôle de la vitesse par un régulateur PI.....	41
III.2.1.b Contrôle de la vitesse par un régulateur IP	42
III.2.1.c Contrôle de la vitesse par mode glissant	43
III.2.2 Commande en couple de la GSAP.	44
III.2.3.a Technique de découplage	45
III.2.3 .b Découplage par compensation.....	45
III.2.3.c Contrôle des courants de Park par Régulateurs PI.....	46
III.3 Contrôle du convertisseur coté Réseau (CCR).....	47
III.3.1 Conception des contrôleurs PI des courants du réseau.....	48
III.3.2 Conception du contrôleur PI de la tension du bus continu	49
III.4 Résultats de simulation de contrôle du convertisseur coté machine	50
III.5 Conclusion.....	57
Chapitre IV : Contrôle de la chaine De conversion par des Régulateurs à mode Glissant d'ordre 1.	
IV.1 Introduction.....	58
IV.2 Systèmes à structure variables	58
IV.3 Fondement théorique de la commande par mode glissant.....	59
IV.4 Conception de la commande par mode de glissant	60
IV.4.1 Le choix de la surface.....	60
IV.4.2 L'établissement des conditions d'existence de la convergence.....	61
IV.4.3 Fonction directe de commutation.....	61
VI.4.3.1 Fonction de Lyapunov	61
IV.4.3.2 La détermination de la loi de commande	61
IV.5 Différentes structures des régulations.....	62
IV.5.1 Structure par commutation d'une contre réaction d'état.....	62
IV.5.2 Structure par commutation d'une contre réaction d'état	62
IV.5.3 Structure de régulation par ajout du vecteur du vecteur contrôle équivalent	63
IV.5.3.1 La méthode de contrôle équivalent.....	64
IV.5.3.2 La méthode du contrôle attractive	64
IV.6 Application de la commande par mode glissant d'ordre 1 à la chaine de conversio.	67
IV.7 Contrôle du convertisseur coté machine.....	68
IV.7.1 Commande vectorielle de la GSAP à base de régulateurs à MGO1.....	68

IV.8 Contrôle du convertisseur coté réseau	71
IV.8.1 Contrôle du bus continu	71
IV.8.2 Contrôle des courants du réseau	71
IV.9 Résultats de simulation du contrôle du convertisseur coté machine	73
IV.10 Conclusion.....	75
Chapitre V	
V.1 Introduction	76
V.2 Position du problème	76
V.3 Degré relatif.....	77
V.4 Principe	77
V.5 Commande par mode glissant d'ordre deux.....	78
V.6 Propriétés de convergence en temps fini de la commande 2-glissante.....	80
V.6.1 Loi 2-glissante.....	81
V.6.2 Surface de glissement	82
V.6.3 Commande équivalente	82
V.7 Algorithmes glissants d'ordre supérieur	83
V.7.1 Algorithme de Twisting	84
V.7.2 Algorithme de Super Twisting	86
V.8 Suppression de la réticence	86
V.9 Application de la commande par mode glissant d'ordre 2 à la chaîne de conversion	87
V.10 Contrôle du convertisseur coté machine	88
V.10.1 Régulation de la vitesse mécanique.....	88
V.10.2 Commande vectorielle de la GSAP à base des régulateurs à MGO2.....	88
V.11 Contrôle du convertisseur coté réseau	89
V.11.1 Contrôle du bus continu.....	89
V.11.2 Contrôle des courants du réseau.....	90
V.12. Résultats de simulation du contrôle du convertisseur coté machine	91
V.13	
Conclusion.....	93
Conclusion général.....	94