**SOMMAIRE**

Introduction génerale 1

**Chapitre I:** Généralité sur la chaine de conversion éolienne

I. 1. Introduction 3

I. 2. Historique de l’éolien 3

I. 3. L’énergie éolienne en quelques chiffres 4

I.3.1. La capacité mondiale installée de l’énergie éolienne 4

I. 4. Avantages et désavantages de l'énergie éolienne 5

I. 5. Principe de fonctionnement d’une éolienne 6

I. 6. Les différents types des turbines éoliennes 6

I.6.1. Les éoliennes à axe vertical 6

I.6.2. Les éoliennes à axe horizontal 8

I.6.2.1. Eoliennes lentes 9

I.6.2.2. Eoliennes rapides 9

I. 7. Principales composantes des éoliennes à axe horizontal 10

I. 8. Avantages des éoliennes tripales 13

I. 9. Zones de fonctionnement de l’éolienne 13

I. 10. Modes d’exploitation de l’énergie éolienne 15

1.10.1. Les systèmes à vitesse fixe 15

1.10.2. Les éoliennes à vitesse variable 16

I. 11.Type des machines utilisées dans la chaine 19

1.11.1. Systèmes Utilisant la Machine Synchrone 19

I.11.1.1. Génératrice synchrone à aimant permanent 19

1.11.2. Systèmes utilisant la machine asynchrone 20

I.12. Conclusion 22

**Chapitre II:** Modélisation et simulation de la chaine éolienne

II.1. Introduction 23

II.2. Modélisation de la chaine de conversion éolienne 23

II.2. 1. Partie aérodynamique(Le Vent) 23

II. 2. 2. Modélisation de la turbine éolienne 24

II. 2. 2. 1. Modèle du Multiplicateur 26

II. 2. 2. 2. Modèle de l’arbre 27

II. 2. 3. Stratégie de commande de la turbine éolienne 28

II. 2. 3. 1. Principe de la MPPT 28

II. 2. 3. 2. Maximisation de la puissance avec asservissement de vitesse 29

II. 2. 4. Résultats de simulation 31

II. 2. 5. Modélisation de la machine synchrone à aimants permanents 32

II. 2. 6. Commande de la machine synchrone à aimants permanents 37

II. 2. 6. 1. Commande vectoriel 37

II. 2. 6. 2. Contrôle de la vitesse par régulateur PI 38

II. 2. 7. Résultats de simulation 40

II. 2. 8. Convertisseurs statiques 42

II. 2. 8.1. Redresseur MLI 42

II. 2. 8.2. Modélisation de l’onduleur 44

II. 2. 8.3. Commande MLI 46

II. 2. 9. Résultats de simulation 47

II.3. Conclusion 49

**Chapitre III:** Logique floue, réseaux neuronaux et systèmes neuro-flous

III. 1. Introduction 50

III. 2. Logique flou 50

III.2.1. Historique 50

III.2.2. Domaine d’application 51

III.2.3. Principe de base de la logique floue 51

III.2.4. Structure d’un système de commande floue 54

III.2.5. Avantages et inconvénients 56

III. 3. Réseau de neurone 57

III.3.1. Historique 57

III.3.2. Le neurone Biologique 57

III.3.3. Le neurone Formel 58

III.3.4. Domaines d’application 59

III.3.5. Architecture des RN 59

III.3.6. Processus apprentissage 61

III.3.7. Avantages et les inconvénients 61

III. 4. Technique neuro-floue 63

III.4.1. Définition 63

III.4.2. Systèmes neuro -flous 64

III.4.3. Types d’implémentation des RNF 64

III.5. Conclusion 65

**Chapitre IV:** Application du controle neuro\_flou

IV.1. Introduction 66

IV.2. Les régulateurs flous appliqués 66

IV.2.1. PI flou incrémental 66

IV.2.1.1. Régulateur flou à trois ensembles 67

IV.2.2.Résultats de simulation 69

IV.2.1.2. Régulateur flou à cinq ensembles 71

IV.2.3. Régulateur flou adaptatif 74

IV.2.3.1. Régulateur flou adaptatif à deux entrées 74

IV.2.3.2. Régulateur flou adaptatif à trois entrées 77

IV.2.4. Résultats de simulation 80

IV.3. Contrôleurs neuro-flou développés 80

IV.3.1. Modèle basé sur le PI flou à trois ensembles. 80

IV.3.2. Resultats de simulation . 82

IV.3.3. PI flou à cinq ensembles comme un modèle de référence 83

IV.3.4. Résultats de simulation. 84

IV.4. Etude comparative. 84

IV.5. Test de robustesse 87

IV.6. Conclusion ………………………………………………………………………………………89

Conclusion générale ……………………………………………………………………………90

Réference bibliographie . 91

Annexes……………..………………... 94