|  |  |
| --- | --- |
| ***SOMMAIRE*** | |
| **Sommaire** | |
| **Liste des figures** | | | | |  |
| **Liste des symboles** | | | | |  |
| **Introduction générale……………………………………………………………………...** | | | | | 01 |
| **L’état de l’art des énergies renouvelables** |  | | | |
| 1.1 Introduction……………………………………………………………………………………... | | | | | 03 |
| 1.2 Les énergies renouvelables …………………………………………………………………….. | | | | | 04 |
| 1.2.1 Génération de la chaleur……………………………………………………………………… | | | | | 05 |
| 1.2.1.1 Thermo solaire……………………………………………………………………………... | | | | | 06 |
| 1.2.1.2 Géothermie…………………………………………………………………………………. | | | | | 06 |
| 1.2.1.3 Biomasse……………………………………………………………………………………. | | | | | 08 |
| 1.2.2 Génération d’électricité………………………………………………………………………. | | | | | 09 |
| 1.2.2.1 Hydraulique………………………………………………………………………………… | | | | | 10 |
| 1.2.2.2 Énergie de la mer…………………………………………………………………………… | | | | | 11 |
| 1.2.2.3 Photovoltaïque……………………………………………………………………………… | | | | | 11 |
| 1.2.2.4 L'énergie éolienne………………………………………………………………………….. | | | | | 12 |
| 1.2.2.4.1 Avantages et inconvénients de l’énergie éolienne………………………………………... | | | | | 13 |
| 1.2.2.4.1. a Les avantage…………………………………………………………………………… | | | | | 13 |
| 1.2.2.4.1. b Les inconvénients…………………………………………………………………….. | | | | | 14 |
| 1.2.2.4.2 Les différents types des turbines éoliennes………………………………………………. | | | | | 15 |
| 1.2.2.4.3Production éolienne……………………………………………………………………… | | | | | 15 |
| 1.2.2.4.4 Principaux constituants d’une éolienne …………………………………………………. | | | | | 16 |
| 1.2.2.4.5 Le principe de fonctionnement d’une éolienne…………………………………………. | | | | | 18 |
| 1.2.2.4.6 Types des turbines éoliennes……………………………………………………………... | | | | | 19 |
| 1.2.2.4.6.1 Eolienne à axe vertical…………………………………………………………………. | | | | | 19 |
| 1.2.2.4.6.1.a Avantages…………………………………………………………………………….. | | | | | 19 |
| 1.2.2.4.6.1.b Inconvénient…………………………………………………………………………. | | | | | 20 |
| 1.2.2.4.6.2 Eoliennes à axe horizontal…………………………………………………………….. | | | | | 20 |
| 1.2.2.4.6.2.a Avantages……………………………………………………………………………. | | | | | 20 |
| 1.2.2.4.6.2.b Inconvénient…………………………………………………………………………. | | | | | 21 |
| 1.2.2.4.7 Les Éoliennes à vitesse fixe……………………………………………………………. | | | | | 21 |
| 1.2.2.4.7.1.a Avantages…………………………………………………………………………….. | | | | | 23 |
| 1.2.2.4.7.2.b Inconvénient………………………………………………………………………….. | | | | | 23 |
| 1.2.2.4.8 Les éoliennes à vitesse variables………………………………………………………… | | | | | 24 |
| 1.2.2.4.8.1.a Avantages……………………………………………………...................................... | | | | | 24 |
| 1.2.2.4.8.2.b Inconvénient………………………………………………………………………….. | | | | | 25 |
| 1.3 Machines électriques et systèmes de conversion d’énergie éolienne………………………… | | | | | 25 |
| 1.3.1 Asynchrones à cage (MAS)………………………………………………………………….. | | | | | 25 |
| 1.3.2 Machines asynchrones à double alimentation (MADA)……………………………………... | | | | | 26 |
| 1.3.2 Génératrices synchrones……………………………………………………………………... | | | | | 28 |
| 1.4 Conclusion…………………………………………………………………………………….. | | | | | 31 |
| **Modélisation et simulation de tout les éléments constituants la chaîne éolienne** | | | |  |  |
| 2.2 Modèle du vent…………………………………………………………………………………. | | | | | 32 |
| 2.2.1 Carte de vent en Algérie……………………………………………………………………… | | | | | 33 |
| 2.3 Modélisation de la turbine……………………………………………………………………… | | | | | 34 |
| 2.3.1 Bloc de simulation de la turbine éolienne……………………………………………………. | | | | | 38 |
| 2.4 Modélisation de la génératrice synchrone à aimants permanents………………………………. | | | | | 39 |
| 2.4.1 Modèle mathématique de la GSAP dans le référentiel généralisé…………............................. | | | | | 39 |
| 2.4.2 Modèle biphasé de la GSAP dans le référentiel généralisé…………………………………... | | | | | 40 |
| 2.4.3 Modélisation biphasé en charge de la GSAP………………………………............................. | | | | | 41 |
| 2.4.4 Expressions du couple électromagnétique et de la vitesse rotorique………………………… | | | | | 42 |
| 2.4.5 Bloc de simulation de la GSAP………………………………………………………………. | | | | | 43 |
| 2.5 Convertisseur statique………………………………………………………………................... | | | | | 44 |
| 2.5.1 Pont de diodes………………………………………………………………………………… | | | | | 44 |
| 2.5.1.1 Modèle du redresseur à diodes……………………………………………………………… | | | | | 44 |
| 2.5.1.2 Rappel sur les règles de conduction d’une diode…………………………............................ | | | | | 44 |
| 2.5.1.3 Modèle du redresseur monophasé à diode…………………………………………………. | | | | | 45 |
| 2.5.1.4 Modélisation et simulation d’un pont de diode sans prise en compte de l’empiétement…... | | | | | 46 |
| 2.5.1.5Bloc de simulation du pont de diode………………………………………………………... | | | | | 48 |
| 2.5.2 Onduleur de tension…………………………………………………………………………... | | | | | 49 |
| 2.5.2.1Modélisation des onduleurs de tension……………………………………………………... | | | | | 49 |
| 2.5.2.2 Contrôle du courant par M.L.I……………………………………………………………… | | | | | 51 |
| 2.5.2.3 MLI à échantillonnage naturel……………………………………………………………... | | | | | 52 |
| 2.5.2.4 Bloc de simulation de l’onduleur de tension………………………………......................... | | | | | 53 |
| 2.5.2.5 Résultats de la simulation turbine ………………………………………………………… | | | | | 54 |
| 2.5.2.6 Résultats de la simulation en charge……………………………………….......................... | | | | | 59 |
| 2.5.2.7 Résultats de simulation du pont de diode………………………………………………...... | | | | | 60 |
| 2.5.2.8 Résultats de simulation de l’onduleur de tension…………………………………………. | | | | | 61 |
| 2.5.2.9 Les Paramètres de simulation ………………………………………………………............ | | | | | 63 |
| 2.6 Conclusion…………………………………………………………………………………....... | | | | | 64 |
| **Chapitre 3 Modélisation et simulation du système complet** | | |  | |  |
| 3.1 Introduction…………………………………………………………………………................... | | | | | 65 |
| 3.2 Difficulté de modélisation du système complet………………………………………………. | | | | | 66 |
| 3. 3 Modélisation de la chaîne éolienne…………………………………………………………….. | | | | | 67 |
| 3. 3.1 Bloc de simulation du système complet ………………………………………….................. | | | | | 67 |
| 3. 3.2 Paramètres de simulation …………………………………………………………………… | | | | | 67 |
| 3. 3.3 Résultats de la simulation du système complet ……………………………………………. | | | | | 67 |
| 3.3 .3.1 Influence du profil du vent sur les paramètres mécaniques de la chaîne………................... | | | | | 78 |
| 3.3.3.2 Influence du profil du vent sur les paramètres énergétiques de la chaîne………………… | | | | | 80 |
| 3.3.3.3 Influence du profil du vent sur les paramètres électriques de la chaîne……………………. | | | | | 71 |
| 3.4 Conclusion……………………………………………………………………………………. | | | | | 75 |
| **Conclusion générale………………………………………………………………………………..** | | | | | 76 |
| **Annexe………………………………………………………………………………………………** | | | | | 77 |
| **Références bibliographiques………………………………………………………………………** | | | | | 78 |
| **Résumé** | | | | |  |