|  |
| --- |
| ***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** |  |