

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université d'El-oued
Faculté des Sciences et Technologie
Département D'électrotechnique

N° Ordre :
Série :

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

Magister en Electrotechnique

Option : Maîtrise de l'énergie

Par

BARKA Nour-Eddine

**Amélioration des Performances de Contrôle
D'un Système Photovoltaïque par les
Méthodes Métaheuristiques**

soutenu le 13/03/2013

Devant le jury composé de :

M. GOLEA Ammar

Pr Université de Biskra

Président

M. BEN ATTOUS Djilani

M.C Universitaire d'El-oued

Rapporteur

M. SERAIRI Kamel

Pr Université de Biskra

Examineur

M. BENCHOUIA Med Toufik

M.C Université de Biskra

Examineur

SOMMAIRE

◆ Résumé	
◆ Dédicaces	
◆ Remerciements	
◆ Sommaire.....	i
◆ Liste des Figures.....	iv
◆ Liste des Tableaux.....	vi
◆ Liste des Symboles et Acronymes.....	vii
INTRODUCTION GÉNÉRAL.....	1
Chapitre I :	
Systemes photovoltaïques	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Historique.....	4
I.2.1 Dates importantes dans l’histoire du photovoltaïque.....	4
I.3 Rayonnement Solaire.....	5
I.3.1 Spectre du rayonnement.....	5
I.3.2 Durée d’insolation.....	6
I.4 Les Principaux Composants D’un Système Solair Photovoltaïque.....	6
•Hacheur dévolteur (ou série).....	7
•Hacheur survolteur (ou parallèle).....	8
•Hacheur série-parallèle.....	8
I.5 Cellule Solaire.....	10
I.5.1 Fabrication des cellules solaires.....	10
I.5.2 Principe d’une cellule photovoltaïque.....	11
I.5.3 Les types des cellules solaires	12
a) Les cellules monocristallines.....	12
b) Les cellules polycristallines.....	12
c) Les cellules amorphes.....	12
I.6 Les Différentes Caractéristiques D’un Générateur Photovoltaïque.....	12
I.6.1 Circuit équivalent et modèle mathématique d'une cellule solaire.....	12
I.6.2 la caractéristique courant-tension (I-V) d'une cellule photovoltaïque.....	15
I.6.3 Facteurs limitation de rendement d’un générateur photovoltaïque.....	17
I.6.3.1 Influence de la résistance série R_s	17
I.6.3.2 Influence de la résistance parallèle R_{sh}	17
I.7 Le Module Photovoltaïque	18
I.7.1 Association des modules photovoltaïques.....	18
I.7.1.1 Association en série.....	18
I.7.1.2 Association en parallèle.....	19
I.7.1.3 Association série-parallèle.....	20
I.8 Générateur photovoltaïque.....	21

I.9 Caractéristiques Tension-Courant et Puissance-Tension Sous Différentes Conditions Climatiques	21
I.9.1 Influence de l'éclairement.....	21
I.9.2 Influence de la température.....	22
I.9.3 Influence simultanée de l'éclairement et de la température.....	23
I.9.4 Influence du facteur d'idéalité.....	23
I.10 Classification D'un System photovoltaïque.....	24
I.10.1 Système photovoltaïque autonomes.....	24
I.10.2 Système photovoltaïque raccordé à un réseau.....	25
I.11 Avantages et Inconvénients D'une Installation PV.....	25
I.11.1 Avantages.....	25
I.11.2 Inconvénients.....	26
I.12 Conclusion	26

Chapitre II :

Les Méthodes de Poursuite de Point de Puissance Maximale (MPPT)

II.1 Introduction.....	27
II.2 La Connexion Directe GPV-Charge Comme Mode De Transfert De Puissance.....	27
II.3 La Connexion GPV-Charge via un Etage D'adaptation	29
II.4 Principe De La Recherche Du Point de Puissance Maximale	30
II.5 Critères D'évaluation D'une Commande MPPT.....	31
• <i>Simplicité et coût</i>	32
• <i>Réponse dynamique</i>	32
• <i>Flexibilité</i>	32
• <i>Compétitive sur une large gamme de puissance</i>	32
II.6 Rendement De La Chaîne De Puissance.....	33
II.7 Différents Types De Commandes MPPT	33
II.8 La Commande MPPT Perturbation Puis Observation	35
II.8.1 Principe des commandes "Perturbation et Observation" (P&O).....	35
II.8.2 Structure de l'algorithme P&O.....	35
II.9 Conclusion	38

Chapitre III

L'Optimisation par Essai Particulaire (OEP) et Les Algorithmes Génétiques (AG)

III.1 Introduction	39
III.2 L'optimisation par essais particuliers OEP (Particle Swarm Optimization (PSO)).....	39
III.2.1 Origines.....	39
III.2.2 Principe.....	40
III.2.3 Principales caractéristiques.....	40
III.2.4 Formalisation.....	41
III.2.5 Configuration de la méthode.....	41
III.2.5.1 Nombre de particules.....	41
III.2.5.2 Topologie du voisinage.....	41

III.2.5.3 Coefficient de confiance	42
III.2.5.4 Vitesse maximale et coefficient de constriction.....	43
III.2.5.5 Facteur d'inertie.....	43
III.2.5.6 Initialisation de l'essaim.....	44
III.2.5.7 Critères d'arrêt.....	44
III.2.6 Les étapes de la méthode d'Optimisation "SWARM".....	45
III.3 Algorithme Génétiques.....	47
Historique.....	47
III.3.1 Introduction.....	48
III.3.2 Définition.....	48
III.3.3 Principe.....	48
III.3.4 Applications.....	49
III.3.5 Présentation des algorithmes génétiques.....	50
III. 3.5.1 Fonction d'évaluation et fonction fitness.....	50
III.3.5.2 Codage et décodage des variables.....	51
III.3.5.3 Sélection des parents.....	52
1 Sélection par roulette de lotterie.....	52
2 Sélection par rang.....	53
3 Sélection statique.....	54
4 Sélection par tournoi.....	54
III.3.5.4 La recombinaison génétique.....	54
III.3.5.4.1 Croisement.....	54
A. Croisement en un point.....	55
B. Croisement en deux points.....	55
III.3.5.4.2 Mutation.....	55
III.3.6 Critère d'arrêt.....	57
III.3.7 Réglage des Paramètres d'un AG.....	58
III.3.8 Un exemple élémentaire.....	58
III.4 Conclusion	62

Chapitre IV :

Testes et Interprétations des Résultats

IV.1 Applications des Techniques MPPT-PSO et MPPT-GA pour l'Optimisation des Systèmes Photovoltaïques	63
IV.1.1 Introduction	63
IV.1.2 technique MPPT-PSO	65
IV.1.2.1 Testes et application	66
IV.1.3 technique MPPT-AG	71
IV.1.3.1 Résultats des simulations et discussion	72
V.2 Testes et interprétations de résultats de simulation pour a la poursuite du point de Puissance maximale	76
V.2.1 Introduction	76
V.2.2 Application MPPT-PSO: Simulations en temps réel	77
V.2.3 Application MPPT-GA: Simulations en temps réel	80
V.2.4 Modélisation de Générateur photovoltaïque avec hacheur survolteur contrôlé par MPPT	84
V.2.4.1 Simple "perturbent et d'observer" d'algorithme MPP tracking	85
V.2.4.2 1er teste de Simulation: (sans MPPT)	86

V.2.4.3 2 ^{ème} teste de Simulation: (avec MPPT)	89
V.3 Conclusion	92
CONCLUSION GÉNÉRAL.....	93
♦ Annexe	94
♦ Références bibliographiques	97