

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEINEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BATNA

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

MEMOIRE

Présenté au

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER EN MICROELECTRONIQUE

Option : Technologie des composants semiconducteurs

et dispositifs photovoltaïques

Par

Toufik BENDIB

Ingénieur, département d'Electronique - Université de Batna

Intitulé

**Modélisation et simulation
du transistor DGMOSFET en utilisant les
Algorithmes Génétiques**

Devant le jury :

Dr. BENHAYA Abdelhamid	M. C. U. Banta	Président
Dr. DJEFFAL Fayçal	M. C. U. Banta	Rapporteur
Dr. AYAD Fayçal	M. C. U. Jijel	Examineur
Dr. DIBI Zohir	M. C. U. Batna	Examineur
Dr. MAHAMDI Ramdane	M. C. U. Batna	Examineur

Remerciements

Un grand merci à monsieur DJEFFAL Fayçal, maître de conférences à l'université de Batna, membre du Laboratoire de l'Electronique Avancée (LEA) et directeur de ce mémoire qui a encadré mes travaux. J'ai beaucoup profité de sa rigueur scientifique et de son sérieux. Son expérience dans le domaine de la microélectronique, particulièrement dans le domaine de la modélisation et la physique des composants m'a permis de m'investir avec détermination dans ce travail.

Je tiens à remercier très vivement monsieur BENHAYA Abdelhamid, maître de conférences à l'université de Batna, d'avoir accepté de présider le Jury de ce mémoire.

Mes sincères remerciements les plus vifs à Mr MAHAMDI Ramdan, maître de conférences à l'université de Batna, à Mr AYAD Fayçal, maître de conférences à l'université de Jijel, et à Mr DIBI Zohir chef du département d'électronique et maître de conférences à l'université de Batna, pour avoir accepté d'être les examinateurs de ce mémoire.

Mes remerciements ne seraient pas complets si je n'exprimais pas ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier, tout le personnel du département d'électronique à l'université de Batna, pour leur bonne humeur et leur disponibilité.

Mes derniers remerciements vont à ma famille et mes amis, et surtout à tous les collègues du Laboratoire de l'Electronique Avancée qui m'ont tous entouré et m'ont donné la force de passer les moments difficiles.

Je dédie ce travail à :

Mon cher père,

Ma chère mère,

Mes frères,

Mes sœurs,

La famille Hamdiken,

Toute ma famille et tous mes collègues.

Table des Matières

Introduction générale.....	II
----------------------------	----

Chapitre I: Transistor MOSFET: effets physiques et propriétés électriques

I.1 Introduction.....	2
I.2 Transistor MOS.....	3
I.2.1 La structure MOS.....	3
I.2.2 Principe et régimes de fonctionnement.....	3
I.2.2.1 Régime linéaire	5
I.2.2.2 Régime de saturation.....	7
I.3 Technologie SOI.....	8
I.3.1 La technologie SOI à une grille	8
I.3.1.1 Avantages de la technologie SOI par rapport au MOSFET bulk.....	10
I.3.1.2 Inconvénient majeur de la technologie SOI.....	12
I.3.2 Les transistors à grilles multiples.....	13
I.3.2.1 Avantages des transistors à grilles multiples	16
I.3.2.2 Inconvénient des transistors à grilles multiples	16
I.4 Technologie MOSFET double-grille	16
I.4.1 Les différentes catégories de la technologie MOSFET double-grille.....	17
I.4.1.1 Le transistor MOS double-grille planaire	17
I.4.1.2 Le transistor MOS double-grille quasi-planaire: le FinFET.....	17
I.4.1.3 Le transistor MOS double-grille vertical	18
I.4.2 Modes de fonctionnement du transistor MOS double-grille planaire.....	18
I.4.3 Propriétés électriques du MOSFET double-grille.....	20
I.4.3.1 Définition de la tension de seuil.....	20
I.4.3.2 Etat passant	22
I.4.3.3 Etat bloqué	23
I.4.4 Contrôle des effets canaux courts	24
I.5 Conclusion	26

Chapitre II: Algorithmes Génétiques

II.1 Introduction	28
II.2 Algorithmes évolutionnaires.....	29
II.3 Algorithmes génétiques	30
II.3.1 Théorie des algorithmes génétiques AGs	31
II.3.2 Principe de fonctionnement des algorithmes génétiques AGs	32
II.3.3 Les caractéristiques des algorithmes génétiques	33
II.3.3.1 Codage	33
II.3.3.2 Espace de recherche des solutions.....	35
II.3.3.3 Fonction d'évaluation (fitness) et le hasard	36
II.3.4 Opérateurs génétiques.....	36
II.3.4.1 Opérateur de sélection	36
II.3.4.2 Opérateur de croisement ou Crossover.....	39
II.3.4.3 Opérateur de mutation	41
II.3.4.4 Opérateur de remplacement.....	41
II.3.5 Critères de convergence.....	42
II.3.6 Grandes étapes de l'algorithme génétique	43
II.3.7 Caractéristiques principales de l'optimisation génétique	44
II.3.8 Avantages et inconvénients des algorithmes génétiques.....	45
II.3.8.1 Avantages des AGs.....	45
II.3.8.2 Inconvénients des AGs	45
II.4 Conclusion	46

Chapitre III: Approches et Méthodes de Modélisation des Dispositifs CMOS

III.1 Introduction	48
III.2 Modélisation analytique compacte du MOSFET double grille à canal long	48
III.3 Caractéristiques du modèle idéal de transistor MOS double-grille.....	49
III.4 Différents modèles compacts du MOSFET double-grille.....	49
III.4.1 Modèles en tension de seuil du MOSFET double-grille symétrique	50
III.4.1.1 Modèle de M. Reyboz/T. Poiroux.....	50
III.4.2 Modèles en potentiel de surface du MOSFET double-grille.....	50
III.4.2.1 Modèle de A. Ortiz-Conde	50
III.4.2.2 Modèle de Y. Taur	51
III.4.3 Modèles en charge du MOSFET double-grille	52

III.4.3.1 Modèle de J. He.....	53
III.4.3.2 Modèle de B. Iñíguez	53
III.5 Simulation numérique du MOSFET double grille (DG MOSFET).....	55
III.5.1 Résolution de l'équation de poisson.....	55
III.5.2 Conditions aux limites.....	56
III.5.3 Résolution de la fonction d'onde (formalisme NEGF):	57
III.6 Conclusion.....	61

Chapitre IV: Résultats et Discussions

IV.1 Introduction.....	63
IV.2 Optimisation du transistor DG MOSFET par les algorithmes génétiques.....	63
IV.2.1 Définition et analyse du modèle compact du DG MOSFET à canal court.....	65
IV.2.2 Procédé d'évaluation (fonction de fitness).....	66
IV.3 Résultats et discussions.....	67
IV.3.1 Implémentation des paramètres de la technique (AG).....	67
IV.3.2 Validation du modèle pour un dispositif à canal court	68
IV.3.3 Domaine de validité du modèle	70
IV.3.4 Sensibilité de l'approche proposée	71
IV.3.5 Application et comparaison avec la technique d'optimisation PSO " Optimisation par essaim de particule "	74
IV.3.5.1 Processus d'optimisation par PSO	74
IV.3.5.2 Confrontation modèle analytique - résultats numérique (NEGF).....	76
IV.4 Conclusion	78
Conclusion générale	81
Bibliographie.....	84