



DOCTORAT DE  
L'UNIVERSITE DE LILLE 1



Ecole Doctorale : SPI

Discipline : Micro et Nano Technologies,  
Acoustique et Télécommunications

Nom du candidat : Gabriel MUGNY

**Président de Jury**

**Directeur de Thèse**

C. DELERUE

**Co-encadrants**

D. RIDEAU

F. TRIOZON

**Rapporteurs**

D. ESSENI

P. DOLLFUS

**Membres**

T. GRASSER

F. MICHELINI

E. LAMPIN

**TITRE DE LA THESE**

**Simulation et modèles prédictifs pour les nanodispositifs avancés  
à canaux à base de matériaux alternatifs**



**Simulation and predictive models for advanced nanodevices  
based on alternative channel materials**

**RESUME**

Alors que les nœuds technologiques les plus récents dans l'industrie CMOS atteignent des longueurs de grille de l'ordre de la dizaine de nanomètre, les modèles standard de simulation utilisés en industrie (TCAD) deviennent peu prédictifs. Afin d'assister le développement de ces nœuds technologiques, des modèles numériques avancés sont de plus en plus nécessaires.

Ce travail de thèse contribue au développement d'outils numériques pour la simulation de dispositifs avancés à base de matériaux alternatifs au Si : l'InGaAs et le SiGe. C'est un travail de collaboration entre l'industrie (STMicroelectronics à Crolles) et des instituts de recherche (le CEA à Grenoble et l'IEMN à Lille). La modélisation de dispositifs MOSFET avancés pour des applications de basse puissance est étudiée, grâce à des outils prédictifs, mais efficaces et peu coûteux numériquement, qui peuvent être compatibles avec un environnement industriel.

L'étude porte sur différents aspects, tels que i) les propriétés électroniques des matériaux massifs et des nanostructures, avec des outils allant de la méthode des liaisons fortes et des pseudo-potentiels empiriques, à la masse effective ; ii) les propriétés électrostatiques des capacités III-V ; iii) les propriétés de transport (mobilité effective à faible champ et vitesse de saturation) dans les films minces et les nanofils ; iv) la simulation de dispositifs conventionnels planaires FDSOI « modèles » en Si, en régime linéaire et saturé. Ce travail fait usage d'une large variété d'approches et de modèles différents. Des outils basés sur une approche physique sont développés, permettant d'améliorer la capacité prédictive des modèles TCAD conventionnels, pour la modélisation des dispositifs nanoscopiques à courte longueur de grille et à base de matériaux SiGe ou InGaAs.

While the transistors in the most recent CMOS technological nodes reach gate length of the order of 10-20nm, standard simulation models used in TCAD start to be less predictive. In order to assist the development of these technological nodes, advanced numerical tools are more and more necessary.

This PhD work contribute to the development of numerical tools for advanced device simulation including alternative materials (InGaAs and SiGe). It is a collaboration between the industry (STMicroelectronics--Crolles) and research institutes (CEA--Grenoble and IEMN--Lille). The modeling of advanced low-power MOSFET devices is investigated with predictive, but efficient tools, that can be compatible with an industrial TCAD framework.

The study includes various aspects, such as: i) the electronic properties of bulk materials and nanostructures, with tools ranging from atomistic tight-binding and empirical pseudo-potential to effective mass model; ii) the electrostatic properties of III-V Ultra-Thin Body and bulk MOSCAPs; iii) the transport properties (low-field effective mobility and saturation velocity) of thin films and nanowires; iv) the simulation of template planar Si FDSOI devices in linear and saturation regime. This work makes use of a broad variety of approaches, models and techniques. Physical-based tools are developed, allowing to improve the predictive power of TCAD models for advanced devices with short-channel length and alternative channel materials.

**Soutenance le 21 juin 2017 à 13h30  
Amphi du LCI**