

**Nom du candidat : Alice BOSSUET**

## JURY

### Président de Jury

### Directeur de Thèse

**C. GAQUIERE**

### Co-Directeur de Thèse

**J.-M. FOURNIER**

### Co-Encadrante de Thèse

**E. LAUGA-LARROZE**

### Rapporteurs

**P. GAMAND**

**T. TARIS**

### Membres

**M. LE PIPEC**

**S. ROCHETTE**

**T. QUEMERAIS**

### Invité

**D. GLORIA**

## TITRE DE LA THESE

**Intégration sur silicium de solutions complètes de caractérisation  
en puissance de transistor HBT en technologie BiCMOS 55 nm  
à des fréquences au-delà de 130 GHz**



**Integration of in situ solutions for power characterization  
of HBT transistor in 55 nm BiCMOS technology beyond 130 GHz**

## RESUME

L'évolution des technologies silicium rend aujourd'hui possible le développement de nombreuses applications dans les domaines millimétriques et submillimétriques tels que les systèmes d'imagerie pour la santé et la sécurité, ainsi que les systèmes de communication à très haut débit. Cette évolution se caractérise entre autre par une croissance des performances en fréquence des transistors disponibles dans ces technologies et nécessite la mise en place d'outils de mesure performants pour valider la modélisation et l'optimisation technologique de ces dispositifs. La caractérisation load-pull est une méthode incontournable pour modéliser le comportement en fort signal des transistors. En bande G [140-220 GHz], l'environnement de mesure classiquement disponible n'a plus les performances requises pour ce type de caractérisation compte tenu des pertes dans les accès au dispositif sous test. Ce travail de thèse a pour objectif de lever ce verrou en proposant de réaliser, en technologie BiCMOS 55 nm de STMicroelectronics, un banc load-pull entièrement intégré sur silicium afin d'être au plus près du dispositif à caractériser. Le mémoire est articulé autour de quatre chapitres. Le premier chapitre présente l'état de l'art de l'instrumentation actuellement disponible pour la caractérisation en puissance aux fréquences millimétriques et leurs limitations. Le second chapitre détaille la conception et la caractérisation des blocs constituant le banc intégré : le synthétiseur d'impédance et la source MMW de puissance. Le troisième chapitre décrit la réalisation et les performances du détecteur de puissance. Enfin, le quatrième chapitre présente le banc complet et son application à la caractérisation en bande G d'un dispositif bipolaire disponible dans la technologie BiCMOS 55 nm. La conclusion vient ensuite résumer ce travail de doctorat et proposer des perspectives à ces travaux de recherche.

The evolution of silicon technologies now makes possible the development of many applications in the millimeter and submillimeter areas such as imaging systems for health and safety, and high speed communication systems. The evolution of these silicon technologies is characterized by the increase of the transistor performances with the frequency that requires the development of efficient radiofrequency measurement tools for accurate modeling of active components or the optimization of integrated circuits. In this framework, the load-pull characterization is an essential method to model the behavior of transistors in nonlinear region. In the G Band [140-220 GHz], the classical measurement environment typically available has not the required performance for this kind of characterization due to the losses in the accesses to the device under test. The aim of this thesis is to lift this lock by offering, in the STMicroelectronics BiCMOS 55 nm technology, a fully integrated load-pull characterization bench on silicon in order to be as close as possible to the device to characterize. The thesis manuscript is divided into four chapters. The first chapter presents the state of the art of the currently available instrumentation for power characterization at millimeter wave frequencies band and their limitations, which leads to the G band characterization bench specifications. The second chapter details the design and characterization of the main blocks constituting the integrated bench: the impedance synthesizer and the mmw power source. The third chapter present the design and characterization of the power detector. Finally, the fourth chapter presents the complete bench and its application with the G band load-pull characterization of a transistor bipolar device.

**Soutenance le 20 mars 2017 à 14h30**  
**Amphi du PHELMA, Grenoble**