

# Soutenance de thèse de Roméo KOM KAMMEUGNE

## Caractérisation électrique approfondie des mécanismes contrôlant les performances des transistors MIS-HEMT GaN sur silicium

**Titre anglais :** Thorough electrical characterization of the mechanisms controlling GaN-on-Si MIS-HEMT devices performances  
**Ecole Doctorale :** Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal (EEATS)  
**Spécialité :** NANO ELECTRONIQUE ET NANO TECHNOLOGIES  
**Etablissement :** Université Grenoble Alpes  
**Unité de recherche :** CEA - CEA/LETI

**Cette soutenance aura lieu Jeudi 02 Juin 2022 à 10h00**

**Adresse de la soutenance :** 3 Parv. Louis Néel, 38000 Grenoble - salle Z108 phelma

devant le jury composé de :

Gerard GHIBAUDO	DIRECTEUR DE RECHERCHE	CNRS DELEGATION ALPES	Directeur de thèse
Ahmad BSIESY	PROFESSEUR DES UNIVERSITES	Université Grenoble Alpes	Examineur
Nathalie MALBERT	PROFESSEUR DES UNIVERSITES	Université de Bordeaux	Rapporteur
Dominique PLANSON	PROFESSEUR DES UNIVERSITES	INSA Lyon	Rapporteur

### Résumé de la thèse en français :

Cette thèse est consacrée à l'analyse approfondie des mécanismes contrôlant les performances de dispositifs MIS-HEMT GaN par la caractérisation électrique. Pour ce faire, un effort particulier est entrepris pour comprendre son fonctionnement. Dans un premier temps, de nouvelles méthodologies de caractérisation de transistors MIS-HEMT GaN sont développées. Ceci a permis d'extraire les paramètres électriques intrinsèques sans effet de la résistance d'accès source/drain tels que la mobilité et la tension de seuil. Une analyse de variabilité des paramètres est également effectuée. Ensuite, une étude est effectuée en tenant

compte des spécificités du transistor MIS HEMT GaN à grille encastrée afin de proposer des techniques de caractérisations fiables, ainsi que sa modélisation analytique. Ce travail est enrichi par la proposition d'un nouveau modèle de mobilité qui rend compte de sa diminution avec la longueur effective et d'une nouvelle méthode différentielle qui permet d'extraire les paramètres électriques dans chaque région du canal actif. Enfin, une analyse approfondie de pièges préexistant dans les dispositifs MIS-HEMT GaN est effectuée. Cette étude a permis d'extraire d'une part, des densités de pièges d'interface par différentes méthodes et d'autre part, d'évaluer les pièges lents dans l'oxyde de grille proche de l'interface du canal par des mesures de bruit basse fréquence. Dans ce cadre, un nouveau modèle complet de bruit est développé pour des dispositifs MIS-HEMT GaN à grille encastrée. Ceci a permis de rendre compte de l'évolution de paramètres de bruit avec la longueur de grille ainsi que de décrire l'impact des défauts sur la mobilité.

### **Résumé de la thèse en anglais:**

This thesis presents a thorough analysis of the mechanisms controlling the GaN MIS-HEMT device performances through electrical characterization. To this end, a specific effort is made to understand how the devices work. First, new characterization methodologies of GaN MIS-HEMT transistors are developed. This allowed us to extract the intrinsic electrical parameters without source/drain access resistance effect, such as mobility and threshold voltage. The variability analysis of electrical parameter is also carried out. Then, a study is performed taking into consideration the specificities of GaN MIS-HEMT transistors with recessed gate in order to propose reliable characterization techniques, as well as their analytical modelling. This work is then improved by introducing a new mobility model which describes its decreasing with gate length and a new differential method that allows us to extract the electrical parameters on each active channel region. Finally, a thorough trap analysis in GaN MIS-HEMT devices is performed. This study allowed interface trap density extraction by different methods on the one hand and to the border traps evaluation in the gate oxide near the electron channel by low frequency (LF) noise measurements on the other hand. In this framework, a new complete noise model is developed for GaN MIS-HEMT devices with recessed gate. This enabled us to fit the LF noise parameters behaviour with gate lengths and to describe the impact of defects on the mobility.

**Mots clés en français :** Caractérisation électrique, MIS-HEMT, Modélisation, Nitrure de gallium (GaN), Pièges, Bruit basse fréquence (LFN)

**Mots clés en anglais :** Electrical Characterization, MIS-HEMT, Modelling, Gallium nitride (GaN), Traps, Low frequency noise (LFN)

