



**INSA** INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
ROUEN NORMANDIE

**UNIVERSITÉ  
DE ROUEN**  
NORMANDIE



## PROPOSITION de stage M2 : Équipe Er2MD

### Caractérisation électrique des pièges des transistors à haute mobilité électronique en Nitrure de Gallium

Groupe de Physique des Matériaux (UMR CNRS 6634),  
Université de Rouen Normandie

Encadrement : Niemat MOULTIF

**Contact** : Les candidats intéressés devront envoyer leur candidature (CV + lettre de motivation + Relevés de notes) à : niemat.moultif0@univ-rouen.fr

**Lieu du stage** : Le stage se déroulera au sein du laboratoire GPM Rouen : <http://gpm.univ-rouen.fr/>

Le Groupe de Physique des Matériaux (GPM) est une Unité Mixte de Recherche (UMR) entre le CNRS, l'Université de Rouen Normandie et l'INSA de Rouen Normandie. Ses recherches, orientées NANOSCIENCES, concernent les transformations de phases diffusives, la micro-électronique, les propriétés magnétiques, la mécanique des matériaux et l'instrumentation scientifique avec le développement notamment de la Sonde Atomique Tomographique, instrument phare du GPM pour l'analyse en 3D des matériaux à l'échelle atomique. Bien que fondamentales, les recherches menées sont souvent en lien avec l'industrie. Le GPM fait notamment partie de l'institut CARNOT ESP (Energie systèmes de propulsion, du pôle de compétitivité Nextmove, du centre de compétences C'Nano et de la fédération CNRS IRMA.

Le projet de Master 2 se déroulera dans le département « Matériaux fonctionnels et nanostructures » qui travaille sur la thématique « Microélectronique : du matériau à la défaillance ». En effet, un des axes de recherche développés au sein du laboratoire depuis plus de 10 ans est l'analyse de défaillance et la fiabilité des composants de la microélectronique. Les activités de recherche menées au laboratoire concernant les activités sur l'analyse de défaillance et la fiabilité s'appuient le plus souvent sur des collaborations industrielles dans le cadre du pôle de compétitivité Nextmove ou l'Institut Carnot ESP ainsi que dans la filière Normandie Aerospace.

### Description des actions

Les transistors à haute mobilité électronique (HEMT) à base de Nitrure de Gallium (GaN) ont été développés pour répondre à des besoins croissants en termes de puissance, de hautes fréquences, de tenue en température et de résistance aux radiations ionisantes. Ces transistors possèdent de larges champs d'applications de natures très diversifiées et répondent à des besoins d'ordre commerciaux et militaires. Il s'agit du marché des télécommunications, du marché spatial (communications RF, applications satellites) et du marché de la défense (RADAR). Cependant de nombreuses interrogations concernant les limites de performance de ces dispositifs subsistent. Les pièges sont aujourd'hui l'un des phénomènes parasites les plus importants de la technologie HEMTs GaN. Les recherches effectuées sur cette technologie sont focalisées sur l'amélioration de la fiabilité de ces composants en réduisant ces effets de pièges. Pour les applications radars, la technologie HEMT



**INSA** INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
ROUEN NORMANDIE



**INSA** INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
ROUEN NORMANDIE

**UNIVERSITÉ  
DE ROUEN**  
NORMANDIE



GaN est critique dans les amplificateurs de puissance côté émission car l'impact des effets mémoires liés aux états de pièges dégradent la précision de détection des cibles dans un environnement contraint. Ces défauts étant en général déjà présents à l'état initial, on ne peut donc pas à proprement parler de dégradation. Toutefois, leur état évolue souvent pendant le vieillissement, ce qui pose un problème du point de vue de la fiabilité. Par conséquent, la compréhension et le contrôle de ces effets est indispensable pour évaluer la fiabilité des HEMTs GaN.

L'objet de ce stage est d'étudier les phénomènes de pièges et la fiabilité des dernières générations de transistors à haute mobilité électronique (HEMT) à base de nitrure de gallium (GaN).

Différentes méthodes de caractérisation du comportement des pièges dans les HEMTs GaN existent, telles que la spectroscopie transitoire des niveaux profonds (DLTS : Deep Level Transient Spectroscopy) (capacité, courant pour respectivement C-DLTS et I-DLTS), A-DCTS (Athermal Direct Current Transient Spectroscopy), DLOS (Deep Level Optical Spectroscopy), les mesures transitoires Gate-Lag (GL) et Drain-Lag (DL), l'étude de la dispersion en fréquence de la transconductance, mesure des paramètres S ou la mesure du bruit basse fréquence. Les gammes temporelles et thermiques explorées par ces techniques sont parfois différentes et soulignent la complémentarité de ces mesures.

L'objectif du stage est de développer les caractérisations de pièges avec la technique A-DCTS sur les bancs déjà construits ou mis à jour pour cette étude. À partir des tests en régime pulsé, le candidat devra analyser et rechercher les phénomènes de pièges en surface ou aux interfaces (Drain lag et Gate lag). Il devra ensuite mettre en relation les phénomènes physiques observés à l'intérieur du transistor. Cette étude pourra être complétée par des analyses structurales permettant de recouper les résultats obtenus par les mesures électriques.

### Profil du candidat

Étudiant en Master 2 à l'Université, une École d'Ingénieurs ou équivalent, dans le domaine de la physique appliquée à l'électronique. Des connaissances en physique des semi-conducteurs et des composants électroniques sont attendues. Des connaissances sur la fiabilité, la caractérisation électrique et l'analyse des défaillances sur les dispositifs hyperfréquences utilisant les composants grand gap seront également appréciées.

Le/la candidat.e devra montrer une forte capacité à travailler en équipe et à communiquer au sein d'une équipe multidisciplinaire, à la fois sur site et à distance. Vous faites preuve d'initiative et travaillez de manière proactive pour résoudre ou éviter les difficultés techniques. Vous maîtrisez les problèmes complexes grâce à un bon esprit de synthèse. Un bon niveau d'anglais écrit et oral est indispensable.

#### Groupe de Physique des Matériaux

UMR CNRS 6634  
Matériaux Fonctionnels & Nanostructures  
Avenue de l'Université - B.P. 12  
76801 Saint Etienne du Rouvray Cedex

Tél : (+33) (0)2 32 95 50 46 / (+33) (0)2 32 95 51 22  
[www.gpm.univ-rouen.fr](http://www.gpm.univ-rouen.fr)



**UNIVERSITÉ  
DE ROUEN**  
NORMANDIE

**INSA** INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
ROUEN NORMANDIE

Normandie Université