

- Axe de GANEX : 3 et 4
- Titre du sujet : « Dispositifs HF : couches de passivation et états d'interface »
- Nom et e-mail du porteur du projet : David MARTROU, dmartrou@cemes.fr
- Nature du post doc (*effacer les mentions inutiles*)
 - académique : laboratoire bénéficiaire : CEMES
- Date souhaitée de démarrage : Mars 2017
- Durée : 18 mois
- Lien avec un projet ANR ou H2020 : non
- Lien avec un autre partenaire de GANEX : LAAS, IEMN, CRHEA, III-V Lab, UMS, DGA

Les caractéristiques électriques dans les dispositifs HEMT à base de nitrure sont fortement liées à la présence de contaminations actives entre les différentes couches semiconductrices, contacts métalliques et diélectriques de grille. L'objectif principal du consortium est de confirmer ou d'infirmer qualitativement et quantitativement l'impact des défauts de surface et d'interface sur les propriétés macroscopiques. Les différents partenaires vont développer une procédure d'analyse basée sur la comparaison des propriétés électriques des parties actives d'un HEMT entre 1) des couches parfaitement connues et caractérisées à l'échelle atomique et 2) des couches élaborées dans la filière industrielle. Dans ce projet les différents partenaires sont complémentaires: (1) le CEMES réalisera par NH₃-MBE les couches de type 1 et caractérisera par NC-AFM/KPFM les couches de type 1 et 2, (2) III-V Lab et UMS fourniront les échantillons de type 2, (3) l'IEMN et le CRHEA fabriqueront les cellules de tests pour les mesures électriques et en bruit basse fréquence (BF) réalisées au LAAS (4), (5) des calculs DFT et Monte Carlo autour de l'énergie des défauts et de leurs diffusions seront réalisés au LAAS (cf demande Thèse 2017, Anne HEMERYCK) et (6) la DGA assurera le suivi de l'étude.

Cette demande de Post Doc sert à initier le projet en vu d'un dépôt ANR ASTRID courant 2017. Le CEMES a développé le seul équipement au monde permettant de réaliser des couches AlN/GaN par NH₃-MBE et de les transférer sous UHV vers un microscope à force atomique en mode noncontact (NC-AFM) couplé à la sonde Kelvin (KPFM). On obtient ainsi en simultanément la topographie et le potentiel électrostatique de la couche de surface et de ces défauts¹.

Le premier axe de travail est d'élaborer par NH₃-MBE et de caractériser par NC-AFM/KPFM des couches AlN/GaN, puis de faire les mesures C(V) (électrique pulsée et bruit BF - LAAS) pour voir si il apparaît des corrélations avec les états de surface. Deux types de couches seront étudiés: 1) AlN avec différentes passivations élaborés au CEMES + plots métalliques déposés à l'IEMN ou au CRHEA, 2) AlN + plots Au épitaxiés au CEMES par la technique stencil. Cette technique sera développée dans le cadre de ce projet avec le soutien de Arnaud LePriol (IE, CEMES). En parallèle les échantillons réalisés par III-V Lab et UMS seront analysés par NC-AFM/KPFM pour extraire les potentiels de surfaces. Le deuxième axe consiste à passiver la surface: le silicium semble être un bon candidat suite aux travaux préliminaires du CRHEA et de OMMIC. L'étude consistera à élaborer et à caractériser la passivation sur les différentes finitions de couches AlN. D'autres voies de passivation pourront aussi être étudiées: Mg ou Al + oxydation in-situ et SiN élaboré par NH₃-MBE. De même que pour l'axe 1 des mesures électriques seront conduites au LAAS sur des cellules tests réalisées à l'IEMN ou au CRHEA à partir de GE2D avec passivation provenant du CEMES. Le troisième axe concerne l'influence des défauts sur un gaz d'électrons 2D (GE2D). La croissance de structure AlNrelaxé/PQ GaN/barrière AlN permet d'obtenir un GE2D à l'interface PQ GaN/AlN. La croissance de telles structures avec une faible épaisseur d'AlN (< 1nm) permettra d'observer par KPFM l'influence des défauts (dislocations, joints de grains, bords de marches, contaminations) sur le potentiel électrostatique issue du GE2D. De plus le CEMES est capable de déposer in-situ des contacts ohmiques sur le GE2D. Après transfert sous UHV vers le microscope LT-nanoprobe (4 STM+SEM) fonctionnant à basse température², on pourra réaliser des mesures 4 pointes de ce GE2D sur différentes zones et observer l'influence des défauts.

¹ [F. Chaumeton et al., PRB 94 :165305 \(2016\)](#), [F. Chaumeton et al., AIP Advances, 5 :067108 \(2015\)](#)

² [J. Yang et al., EPJ-AP 73\(1\) : 10702 \(2016\)](#)