

- Axe de GANEX : *Axe 3 - Électronique de Puissance*
- Titre du sujet : **Identification et analyse physico-expérimentale des modes et mécanismes de défaillance des composants GaN de puissance**
- Nom et e-mail du porteur de projet : David Trémouilles [david.tremouilles@laas.fr](mailto:david.tremouilles@laas.fr)
- Simple : GANEX 100%, laboratoire bénéficiaire : LAAS-CNRS
- Date souhaitée de démarrage : Septembre 2016
- Lien avec un projet ANR ou H2020 : Non
- Lien avec industriels : **Exagan**
- Sujet développé :

Alors que les composants à base de nitrure de gallium (GaN) commencent à pénétrer le marché de l'électronique de puissance en démontrant leur potentialité tant au point de vue de leurs performances que de leur compétitivité économique, cette nouvelle technologie n'est qu'à l'aube de son développement et requiert des efforts importants pour acquérir une maturité comparable à celle du silicium. En effet, le silicium a bénéficié d'un effort d'une cinquantaine d'années de recherche pour atteindre son niveau actuel de maturité et bénéficie encore aujourd'hui d'efforts globalement considérables, bien supérieurs à ceux du GaN. Parmi les nombreux domaines d'études, la fiabilité est un aspect extrêmement critique pour assurer la viabilité de cette technologie et rendre possible son utilisation pratique à large échelle.

De nombreux problèmes de fiabilité affectent actuellement les performances électriques des composants de puissance HEMT en GaN et nécessitent un effort d'analyse et de compréhension. C'est précisément sur ce domaine que nous souhaitons contribuer dans le cadre de cet appel à projet au travers d'un travail de thèse. Parmi les problèmes identifiés, nous souhaitons étudier les suivants :

- Résistance à l'état passant dynamique ( $R_{on}$  dynamique),
- Fiabilité et robustesse de la grille avec entre autres : instabilité de la tension de seuil, ESD
- Effet des décharges électrostatiques — Electro-Static Discharge (ESD) —

Plusieurs paramètres électriques seront évalués afin de *comprendre et identifier* les mécanismes physiques mis en jeu lors de la défaillance des composants étudiés. Pour ce faire, les compétences et les moyens de caractérisation avancés du LAAS seront utilisés :

**Moyens de caractérisation électrique en fonction de la température** : Analyse d'impédance électrique dont : C(V) et Deep Level Transient Spectroscopy, Analyse de la mobilité (effet Hall) Analyse des transitoires de tension et de courant (projet exploratoire GANEX 2015)...

**Moyens de caractérisation physique** : Sonde Ionique Focalisée Focused ion beam (FIB), Microscopie Électronique à Balayage (MEB), Banc de durée de vie (utilisation adaptée)...

**Moyen de localisation et d'analyse de défauts** : Thermographie infrarouge microscopique, Lock-In Thermographie, Microscopie optique...

Les sources possibles de composants à étudier seront ceux réalisés en salle blanche du LAAS, ainsi que ceux d'Exagan, et/ou des composants commerciaux.

Plusieurs retombées de ces études sont attendues qui permettront d'avancer la maturité technologique et guider les standards de caractérisation ainsi que d'identifier des étapes clés de fabrication des composants afin d'optimiser le procédé industriel:

- L'identification de techniques de caractérisation adaptées aux composants de puissance GaN: validation des techniques utilisées pour les composants de puissance silicium, adaptation de techniques utilisées pour les composants silicium (modélisation physico-électrique du composant), création de nouvelles techniques dédiées.
- L'identification et la compréhension physique des modes et mécanismes de défaillance associés à ces composants et potentiellement *spécifique au matériau*.
- La détermination du caractère intrinsèque ou extrinsèque des phénomènes de dégradation identifiés afin de guider de façon optimale les efforts globaux d'amélioration de la technologie (i.e. matériau et/ou design).