



## Etude des propriétés structurales, électriques et thermiques de films III-N épitaxiés sur substrat Silicium compliant pour applications DEL et transistor de puissance.

Pour faire face aux multiples défis de la transition énergétique, que ce soit au niveau de la génération, du transport ou de l'utilisation de l'électricité, des composants électroniques extrêmement efficaces sont nécessaires. Le remplacement des ampoules à incandescence par des diodes électroluminescentes (DEL) constitue un exemple remarquable de l'intérêt de nouveaux composants pour l'éclairage fabriqués à base de matériaux tels que ceux de la famille du nitrure de gallium (GaN). Aujourd'hui d'autres composants sont développés à partir de ce matériau pour fabriquer des interrupteurs et des redresseurs rapides pouvant supporter de fortes tensions pour des tailles de composants réduites par rapport à ceux fabriqués avec du Silicium. Cependant tous ces composants qui doivent permettre de réduire les pertes d'énergie durant toutes les étapes de transformation de l'électricité restent difficiles à fabriquer en grandes quantités à faible coût. Que ce soit pour des applications domestiques en deçà de 220 V, ou pour les véhicules électriques ou hybrides entre 600 et 1200 V, le dépôt par épitaxie de semiconducteurs tels que le GaN sur des substrats de grand diamètre est un point clé pour faire baisser les coûts de fabrication. Pour cela, des substrats de Silicium sont utilisés comme support, mais les grandes différences de propriétés cristallines (paramètres de maille, coefficients de dilatation) entre le GaN et le Silicium sont à l'origine de défauts cristallins et de contraintes mécaniques néfastes pour une fabrication contrôlée de composants performants. Pour pallier ce point un traitement original est en cours de développement pour rendre le substrat Silicium déformable (compliant) durant la phase d'épitaxie du matériau GaN.

Ce développement aujourd'hui financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) est réalisé en partenariat avec le laboratoire LN2 de l'Université de Sherbrooke (Canada), les laboratoires GREMAN (Tours), CRHEA (Valbonne) et GREYC (Cherbourg). Le GREMAN a en charge la fabrication des substrats en Silicium poreux. Les structures des composants seront épitaxiées au CRHEA. Les transistors et les LEDs seront fabriqués respectivement au LN2 et au CRHEA. Tous les laboratoires participeront aux différentes caractérisations.

La thèse se déroulera dans les deux laboratoires CRHEA et GREYC. Le (La) candidat(e) recruté(e) dans le cadre de ce projet participera au CRHEA au développement de l'épitaxie et à l'étude des propriétés structurales des couches de semiconducteurs épitaxiées. Au GREYC, il (elle) étudiera les propriétés thermiques des matériaux et le comportement des composants DEL et transistor de puissance fabriqués sur ces substrats compliant. Pour mener à bien ce travail, il (elle) devra posséder des connaissances en **science des matériaux ou en physique du solide**. Une expérience en spectroscopie Raman serait un plus.

Les deux laboratoires sont protégés par un régime restrictif (ZRR).

Si vous êtes intéressé(e) par ce sujet ou si vous souhaitez de plus amples informations, merci de contacter :

Bertrand BOUDART (Directeur de thèse), Professeur, GREYC ([bertrand.boudart@unicaen.fr](mailto:bertrand.boudart@unicaen.fr))

Yvon CORDIER (Co-directeur de thèse), Directeur de Recherche CNRS, CRHEA ([Yvon.Cordier@crhea.cnrs.fr](mailto:Yvon.Cordier@crhea.cnrs.fr))



## **Study of the structural, electrical and thermal properties of epitaxial III-N films on compliant Silicon substrate for LED and power transistor applications**

To overcome the multiple challenges of the energy transition, whether in the generation, transmission or use of electricity, highly efficient electronic components are needed. The replacement of incandescent light bulbs with light-emitting diodes (LEDs) is a notable example of the value of new components for lighting made from materials such as those in the gallium nitride (GaN) family. Today, other components are being developed from this material to make fast switches and rectifiers that can withstand high voltages at reduced component sizes compared to those made from silicon. However, all these components, which should reduce energy losses during all stages of electricity transformation, remain difficult to manufacture in large quantities at low cost. Whether for domestic applications below 220 V, or for electric or hybrid vehicles between 600 and 1200 V, epitaxial deposition of semiconductors such as GaN on large diameter substrates is a key point to lower manufacturing costs. For this purpose, Silicon substrates are used as a carrier, but the large differences in crystalline properties (lattice parameters, thermal expansion coefficients) between GaN and Silicon are at the origin of crystalline defects and mechanical stresses that are detrimental to the controlled manufacture of high-performance components. To overcome this point, an original treatment is being developed to make the Silicon substrate compliant during the epitaxy phase of the GaN material.

This development, which is currently funded by the French National Research Agency (ANR), is being carried out in partnership with the LN2 laboratory of the University of Sherbrooke (Canada), the GREMAN (Tours), CRHEA (Valbonne) and GREYC (Cherbourg) laboratories. GREMAN is in charge of the fabrication of the porous silicon substrates. The structures of the components will be epitaxied at CRHEA. Transistors and LEDs will be manufactured respectively at LN2 and CRHEA. All the laboratories will participate in the various characterizations.

The thesis will take place in the two laboratories CRHEA and GREYC. The candidate recruited for this project will participate at CRHEA in the development of epitaxy and in the study of the structural properties of epitaxial semiconductor layers. At GREYC, he (she) will study the thermal properties of the materials and the behavior of LED and power transistor components fabricated on these compliant substrates. To carry out this work, he/she will need to have knowledge in **materials science or solid-state physics**. Experience in Raman spectroscopy would be appreciated.

Both laboratories are protected by the ZRR regime (restricted access area).

If you are interested in this topic or if you need more information, please contact:

Bertrand BOUDART, Professor, GREYC ([bertrand.boudart@unicaen.fr](mailto:bertrand.boudart@unicaen.fr))

Yvon CORDIER, Research Director CNRS, CRHEA ([yvon.cordier@crhea.cnrs.fr](mailto:yvon.cordier@crhea.cnrs.fr))