

**Axe 7 - Nouvelles structures, nouveaux alliages, technologie et fondamentaux**

**Titre / title :** GaN semipolaire : de la détermination des paramètres fondamentaux du matériau à la réalisation de dispositifs performants / *Semipolar GaN : from the determination of fundamental parameters to the fabrication of efficient devices*

**Laboratoires :** La thèse se déroulera au CRHEA (Centre de Recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses Applications, Valbonne) pour la fabrication des hétérostructures et au L2C (Laboratoire Charles Coulomb, Montpellier) pour les études de spectroscopie. Des séjours à l'IEF (Institut d'Electronique Fondamentale, Orsay) pour le développement de dispositifs inter-sous-bandes seront également effectués.

**Contexte :** Les nitrures d'éléments III (GaN et ses alliages) connaissent un développement considérable notamment grâce à la commercialisation de composants optoélectroniques. Actuellement, ces composants sont épitaxiés sur des substrats de saphir d'orientation [0001]. Une conséquence est que les matériaux nitrures, dont la direction de croissance suit cette orientation [0001], sont alors le siège de champs de polarisation spontanée et piézoélectrique importants qui engendrent l'apparition d'un champ électrique interne de plusieurs centaines de kV/cm à quelques MV/cm. Or ce champ électrique interne limite les performances de certains composants, et rend la réalisation de dispositifs unipolaires complexe. D'autre part, ce champ représente également un verrou à la détermination précise de certains paramètres fondamentaux de ces matériaux. Depuis quelques années, les matériaux nitrures épitaxiés suivant des orientations semipolaires (axe [0001] dans une direction oblique par rapport à la direction de croissance) suscitent un intérêt croissant. L'origine de cet intérêt est double : la forte réduction du champ électrique interne et des mécanismes de relaxation des contraintes efficaces. Néanmoins la grande densité de défauts des matériaux semipolaires avait limité leur utilisation. Aussi, la très récente et forte amélioration de leur qualité structurale doit permettre à présent de bénéficier des avantages offerts par les structures semipolaires.

**Sujet :** Les objectifs de cette thèse sont multiples. Un effort particulier sera consacré à l'amélioration de la qualité des matériaux et hétérostructures semipolaires. En plus des caractérisations optiques et structurales classiques, des structures LEDs seront élaborées afin de quantifier les bénéfices des matériaux semipolaires et explorer certaines gammes jusqu'alors difficiles à atteindre. En parallèle, des structures spécifiques seront élaborées et étudiées afin de déterminer certains paramètres fondamentaux du GaN pour lesquels le champ électrique interne engendrait jusqu'alors des incertitudes importantes. Des structures à simple barrière AlGaIn/GaN permettront par exemple d'extraire précisément la variation du décalage sur la bande de conduction en fonction de la composition en aluminium. Ce sujet s'appuiera sur le savoir faire du CRHEA sur la croissance du GaN semi-polaire, en utilisant les techniques de croissance par EJM et EPVOM. Le L2C apportera son expertise des propriétés optiques. Des études de spectroscopie fines seront mise en œuvre pour déterminer des paramètres fondamentaux (croisement  $\Gamma_7$ - $\Gamma_9$ , niveaux excités dans les puits ou boîtes quantiques) des matériaux. Pour finir, l'expérience de l'IEF sur les structures unipolaires (transport par effet tunnel résonnant, transitions inter-sous-bandes) sera mise à profit pour développer des dispositifs verticaux (par exemple diodes à effet tunnel résonnant).

**Profil recherché :** Le (la) candidat(e) devra posséder une formation en physique du solide et des semiconducteurs et devra être motivé par la recherche expérimentale, de la croissance et caractérisation du matériau (techniques de spectroscopie optique, microscopies, diffraction X...) jusqu'à la caractérisation de composants.

**Contacts : CRHEA :** J. Brault, 04.93.95.41.08, [jb@crhea.cnrs.fr](mailto:jb@crhea.cnrs.fr)

J. -Y. Duboz, 04.93.95.41.99, [jyd@crhea.cnrs.fr](mailto:jyd@crhea.cnrs.fr)

**L2C :** B. Gil, 04.67.14.39.24, [Bernard.Gil@univ-montp2.fr](mailto:Bernard.Gil@univ-montp2.fr)