

- Axe de GANEX : 1
- Titre du sujet : LEDs UV à Boîtes Quantiques $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$
- Nom et e-mail du porteur du projet : Julien Brault – jb@crhea.cnrs.fr
- Date souhaitée de démarrage : février/mars 2017
- Durée du stage : 3 mois
- Lien avec un projet ANR ou H2020 : ANR projet NANOGANUV (Défi n°7 « société de l'information et de la communication »)
- Lien avec un autre partenaire de GANEX : Laboratoire Charles Coulomb (L2C), Société RIBER SA
- Sujet développé : (*jusqu'au bas de page, police 11-12*)

L'objectif est de fabriquer et caractériser des diodes électroluminescentes à boîtes quantiques de nitrure d'aluminium et de gallium émettant dans l'ultra-violet.

Les matériaux à base de nitrures d'éléments III (GaN et ses alliages) ont connu un développement considérable pour la réalisation d'émetteurs (diodes électroluminescentes (LEDs) et lasers) fonctionnant dans la gamme proche ultraviolet (UV) – bleu (λ entre 380 et 460 nm). Cependant, pour la fabrication de LEDs UV, il est nécessaire d'utiliser des alliages $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ qui sont généralement obtenus par hétéroépitaxie sur un substrat de saphir, ce qui conduit à de fortes densités de dislocations ($10^8 - 10^{10} \text{ cm}^{-2}$). L'efficacité des dispositifs à base d' $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ est fortement limitée par ces dislocations qui sont des centres de recombinaison non-radiatifs. Le CRHEA travaille activement sur le développement de structures épitaxiales originales, à base de boîtes quantiques (BQs) d' $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ épitaxiées sur $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ émettant dans l'UV [1,2]. L'utilisation de BQs, qui présentent une forte efficacité radiative en raison du confinement tridimensionnel des porteurs, est mise à profit pour la réalisation de LEDs UV (applications : purification de l'eau, désinfection de surfaces...). Des LEDs à BQs GaN émettant dans l'UV-A (320 - 415 nm) ont ainsi été réalisés ces dernières années [2].

Lorsque les BQs sont épitaxiées sur des substrats saphir d'orientation [0001] (axe « polaire »), une polarisation est présente suivant cet axe. Cette polarisation crée un champ électrique dans la structure qui s'oppose à l'obtention d'une émission à courte longueur d'onde car il déplace la longueur d'onde d'émission vers les grandes longueurs d'onde. La fabrication de petites BQs $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($h \leq 2 \text{ nm}$) peut permettre de réduire cet effet du champ électrique et d'obtenir une émission à courte longueur d'onde. Une autre approche développée est de faire croître les BQs selon le plan (11-22), dit « semi-polaire » (l'axe [0001] fait un angle de 32° avec la surface de croissance) qui conduit à une forte réduction du champ électrique, et permet d'émettre dans l'UV [2,3]. De plus, en augmentant la concentration en Al de l'alliage $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$, il est possible d'augmenter l'énergie de bande interdite des BQs et donc le potentiel de confinement des porteurs. On peut ainsi viser une émission à plus courte longueur d'onde et atteindre les régions UV-B et UV-C [2].

L'objectif du stage est de fabriquer et d'étudier les propriétés de LEDs à BQs $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ suivant les orientations [0001] et [11-22]. L'étudiant participera à la réalisation des échantillons par épitaxie sous jets moléculaires, étudiera les propriétés structurales des BQs, et leurs propriétés optiques puis caractérisera les LEDs par différentes mesures (électroluminescences, I-V, puissance). Il s'agira d'identifier les paramètres clés pour la réalisation de LEDs UV-B et UV-C ($\lambda < 320 \text{ nm}$).

[1] **Labtalk**: <http://iopscience.iop.org/0268-1242/labtalk-article/57816>.

[2] J. Brault et al., *Materials Science in Semiconductor Processing* **55**, 95 (2016); J. Brault et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**, 05FG06 (2016).

[3] A. Kahouli et al., *JAP* **110**, 084318 (2011) ; D. Rosales et al., *PRB* **88**, 125437 (2013).