

## PROPOSITION DE STAGE 2017

**Laboratoire:** Centre de Recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses Applications (CRHEA), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

**Adresse:** Rue Bernard Gregory, 06560 Valbonne Sophia-Antipolis (Alpes maritimes)

**Directeur du laboratoire:** Jean-Yves Duboz

**Responsables du stage:** Julien Brault, Benjamin Damilano

**Téléphone:** 04 93 95 41 08 / 78 29

**e-mail:** [jb@crhea.cnrs.fr](mailto:jb@crhea.cnrs.fr), [bd@crhea.cnrs.fr](mailto:bd@crhea.cnrs.fr)

**internet:** <http://www.crhea.cnrs.fr/>

**Sujet:** Boîtes Quantiques  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  pour LEDs UV

**L'objectif est de fabriquer et caractériser des boîtes quantiques de nitrure d'aluminium et de gallium pour la réalisation de diodes électroluminescentes 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 ( $\lambda$  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 ( $10^8 - 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ ). Aussi, 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 nanostructures (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 (330 - 415 nm) ont ainsi été réalisés ces dernières années [2].

Les nanostructures sont généralement épitaxiées sur des substrats saphir d'orientation [0001] (axe « polaire ») et la structure cristalline wurtzite des nitrures présente une polarisation 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. Pour réduire cet effet du champ électrique et obtenir une émission à courte longueur d'onde, une autre approche développée au CRHEA est de faire croître les BQs selon le plan (11-22), dit « semi-polaire » (l'axe [0001] fait un angle de  $32^\circ$  avec la surface de croissance) qui conduit à une forte réduction du champ électrique, et permet d'émettre dans l'UV [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.

**L'objectif du stage est de fabriquer et d'étudier les propriétés structurales et optiques de 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. Il étudiera les propriétés structurales des BQs (par microscopies AFM, SEM) et caractérisera leurs propriétés optiques par photoluminescence et/ou cathodoluminescence. Il s'agira d'associer mécanismes d'émission (longueur d'onde, intensité) et caractéristiques des BQs (taille, densité, composition en  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ) afin 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., Semiconductor Science and Technology **29**, 084001 (2014); 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).