

- Axe de GANEX : 7
- Titre du sujet : *Etude de défauts profonds dans le nitrure de bore*
- Nature de la thèse (*effacer les mentions inutiles*)
Simple : GANEX 100%, laboratoires bénéficiaires : L2C, LPS
- Date souhaitée de démarrage : 01/10/2016
- Lien avec un projet ANR ou H2020: Non
- Lien avec industriels : Non
- Sujet développé :

Parmi une grande variété d'objets quantiques à l'état solide, les défauts profonds dans les semiconducteurs à grand gap (notamment, le centre NV dans le diamant) ont attiré un grand intérêt au cours des dernières années, en raison de leur potentielle capacité d'intégration à grande échelle et de leur grande polyvalence [1]. La fonction d'onde électronique associée à un défaut profond s'étend typiquement sur quelques sites cristallins, ce qui lui confère un comportement analogue à celui d'un atome isolé, pouvant être excité par des champs laser et émettre de la fluorescence, tout en étant "niché" dans une matrice solide. De plus, si l'un des électrons composant le système n'est pas apparié, le défaut possède un spin électronique, qui constitue un degré de liberté quantique supplémentaire pouvant être mis à profit pour une grande variété d'applications, incluant l'information quantique, la biologie et la métrologie [2]. Contrairement au diamant, l'étude des défauts dans le nitrure de bore (BN) et de leur impact sur ses propriétés optiques, dont les deux équipes porteuses de ce projet sont pionnières [3,4], offre un champ d'exploration quasiment vierge.

Ce projet de thèse vise à explorer les propriétés optiques de défauts profonds à l'échelle individuelle dans BN en suivant deux stratégies d'études expérimentales complémentaires, reposant chacune sur une instrumentation unique : micro-photoluminescence (PL) et résonance magnétique au L2C, et cathodoluminescence (CL) à très haute résolution spatiale au LPS.

Sous la supervision de V. Jacques et G. Cassabois (L2C), l'étudiant(e) cartographiera divers échantillons de BN par PL à l'aide d'un microscope optique confocal à balayage afin d'y isoler des émetteurs individuels [5]. Leurs propriétés seront analysées grâce à des mesures dépendant de la température (sur une gamme allant de l'hélium liquide à température ambiante) et de la longueur d'onde d'excitation, ainsi que par des mesures de corrélations de photons à l'aide d'un montage de type Hanbury, Brown et Twiss (HBT). Le but sera (i) d'extraire la structure des niveaux d'énergie du défaut et (ii) de caractériser son couplage aux phonons. Pour poursuivre l'étude à des échelles sous-longueur d'onde et/ou pour une analyse structurale des défauts, un dispositif unique de CL de très haute résolution spatiale, pour la spectroscopie et les mesures HBT, sera utilisé sous la supervision de A. Zobelli et M. Kociak du LPS. En comparant ces résultats avec ceux issus de la PL, ces études résolues atomiquement permettront de lier directement la structure des défauts à leur propriétés optiques.

En sondant différents processus d'excitation/relaxation, ces expériences complémentaires conduiront à une compréhension détaillée des propriétés de défauts profonds dans BN. Elles pourraient permettre en fin de thèse de sonder optiquement l'état de spin électronique associé à des défauts profonds dans BN, par les techniques de résonance magnétique détectée optiquement couramment employées pour les centres NV dans le diamant.

Ce projet bénéficiera de collaborations au sein du Labex GaNeX, collaborations soit existantes avec A. Ouerghi (LPN-Marcoussis) pour la préparation de diverses hétérostructures à base de BN, soit en cours de construction avec A. Michon (CRHEA-Valbonne) pour la croissance de BN.

References :

- [1] D. D. Awschalom *et al.*, *Science* **339**, 1174 (2013).
- [2] L. Rondin *et al.*, *Rep. Prog. Phys.* **77**, 056503 (2014).
- [3] G. Cassabois *et al.*, à paraître dans *Nature Photonics*.
- [4] S. Meuret *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **114**, 197401 (2015).
- [5] T. T. Tran *et al.*, *Nature Nano*. doi:10.1038/nnano.2015.242 (2015).