To realize new generations of RGB (red-green-blue) microdisplay, the GaN based micro-LEDs are at the moment at the center of attention as they can fulfil the needs for a high-quality depiction with a pixel pitch of less than 10 μm x 10 μm. InGaN/GaN quantum wells (QW) combined with quantum dots (QDs) is one of the major strategies towards the realization of green and red pixels. However the advantages, the interaction between the blue LEDs and the QDs is limited by optical losses. The goal of this PhD is to study the non-radiative energy transfer (NRET) as an alternative coupling mechanism to overcome the issue of losses and in parallel, as a means to improve the color conversion efficiency for the realization of compact, low consumption RGB micro-LED.

The NRET is an emissionless dipole-dipole interaction and the main parameters that can affect it according to the theory are the: donor dipole orientation, the donor-acceptor distance and the local density of optical states (LDOS). In this manuscript, we first investigate the dipole orientation in a InGaN QW. By varying the GaN cap layer thickness on top of the QW, we aim at controlling the dipole electromagnetic environment and observe the impact on its orientation. The observations are coupled with the detection of polarized emission from the structure. Then, by addressing the limits of the donor-acceptor distance, we evaluate the theoretical predictions on the energy transfer between InGaN and QDs. Lastly, we address the impact of LDOS. With the implementation of photonic crystal structures that support resonances in the red or in the green, we aim at creating suitable conditions that may give rise to the energy transfer between green and red QDs.

Pour réaliser les nouvelles générations de micro-écrans rouge-vert-bleu (RVB), les micro-LED à base de GaN sont actuellement au centre de l'attention car elles peuvent répondre aux exigences d'un affichage de haute qualité avec un pas de pixel de moins de 10 μm x 10 μm. La configuration qui combine des puits quantiques (QW) InGaN/GaN avec des boîtes quantiques (QD) est une des stratégies majeures pour atteindre cet objectif pour les pixels verts et rouges. Malgré ses avantages, l'interaction entre la LED bleue et les QDs est limitée par les pertes optiques. L'objectif de cette thèse est ainsi d'étudier le transfert d'énergie non-radiative (NRET) en tant que mécanisme de couplage alternatif pour surmonter le problème des pertes et en parallèle, comme un moyen d'améliorer l'efficacité de la conversion des couleurs pour la réalisation de micro-LEDs RVB compactes et à faible consommation.

Le NRET est une interaction dipôle-dipôle et les principaux paramètres qui peuvent l'affecter selon la théorie sont : l'orientation du dipôle du donneur, la distance donneur-accepteur et la densité locale des états optiques (LDOS). Dans ce manuscrit, nous étudions d’abord l'orientation du dipôle dans un QW d'InGaN. En faisant varier l'épaisseur de la couche de GaN au-dessus du QW, nous visons à contrôler l'environnement électromagnétique du dipôle et à observer l'impact sur son orientation. Ces observations sont couplées à la détection de l'émission polarisée de la structure. Ensuite, en abordant les limites de la distance donneur-accepteur, nous évaluons les prédictions théoriques sur le transfert d'énergie InGaN-QD. Enfin, nous abordons l'impact de la LDOS. Avec la mise en œuvre de structures de cristaux photoniques qui supportent des résonances dans le rouge ou dans le vert, nous visons à créer des conditions appropriées qui peuvent donner lieu au transfert d'énergie entre les QDs verts et rouges.