

Multimodalité optique de nanocristaux de niobate de lithium dopés par des ions erbium

Kévin Bredillet, Florian Riporto, Améni Dhouib, Yannick Mugnier, Sandrine Beauquis,
Ronan Le Dantec

Université Savoie Mont-Blanc, SYMME, F-74000 Annecy, France

kevin.bredillet@univ-smb.fr

RESUME

Nous avons étudié les propriétés optiques de nanocristaux de niobate de lithium dopés par des ions erbium. Ces nanocristaux émettent simultanément, sous excitation femtoseconde à 800 nm, des signaux de génération de second harmonique et de photoluminescence excitée par up-conversion.

MOTS-CLEFS : *nanoparticules harmoniques ; photoluminescence ; up-conversion ; bimodalité*

1. INTRODUCTION

Les nanoparticules de niobate de lithium (LN) sont principalement étudiées pour leurs propriétés de second harmonique et pour des applications comme marqueurs pour la microscopie multiphotonique [1]. Nous proposons ici de développer leur multimodalité optique grâce à un dopage par des ions lanthanides. L'insertion de ces ions trivalents permet plusieurs émissions de photoluminescence excitées par up-conversion (UC-PL) [2]. Des suspensions de nanoparticules présentant différentes concentrations d'ions erbium ont été préparées et nous présentons les taux de dopage optimaux pour le cas d'un dopage simple en ions erbium.

2. PROCEDURE EXPERIMENTALE

Les mesures ont été réalisées sur des suspensions de nanocristaux de LN dopés à différentes concentrations en erbium. Ces nanoparticules (diamètre ~ 35 nm) sont dispersées dans l'éthanol à des concentrations de 0.2 g.L⁻¹.

Les caractérisations optiques sont réalisées sur un banc comprenant un laser femtoseconde Spectra Physics InSight X3 accordable entre 680 et 1300 nm. Une lentille de 3 cm permet la focalisation du faisceau incident dans la cuvette contenant la suspension de nanocristaux dopés. Les signaux diffusés sont collectés orthogonalement à l'aide d'une lentille de collection, puis focalisés sur la fente d'entrée d'un spectromètre associé à une caméra CCD.

3. RESULTATS

Nous avons étudié la réponse de suspensions de nanocristaux de LN dopés simplement par des ions erbium lors d'une excitation à 800 nm (résonante avec la transition de l'erbium $^4I_{15/2} \rightarrow ^4I_{9/2}$) [3]. Des exemples de spectres d'émission montrant les diffusions de second harmonique (SHS) et d'UC-PL pour une excitation à 800 nm sont présentés en Figure 1 (gauche). On observe deux pics intenses de photoluminescence émis à 525 et 550 nm ainsi qu'un pic de SHS à 400 nm.

Deux séries d'échantillons où la concentration molaire d'erbium varie entre 1 et 7 % ont été préparées. L'intensité de photoluminescence détectée correspondant à l'aire des pics d'émission d'UC-PL (525 + 550 nm) est tracée en fonction du taux d'ions dopants en Figure 1 (droite). Un optimum de 4% molaire apparaît pour chacune des séries de nanocristaux de LN dopés. Une analyse des diffractogrammes de rayons X de plusieurs synthèses a également mis en évidence l'apparition d'une phase d'impureté riche en niobium lorsque la quantité d'erbium insérée dépassait les 5 %.

Enfin, il est intéressant de noter que les faibles variations du signal SHS sont concordantes avec les variations de taille des différentes suspensions, ce qui laisse supposer qu'aucune modification des propriétés de génération de second harmonique n'est engendrée par l'insertion des ions erbium.

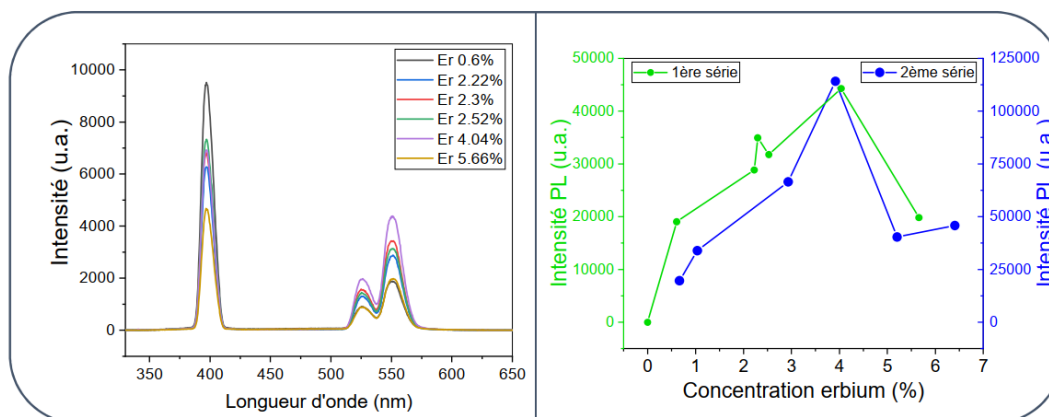


Figure 1 : Gauche, spectres d'émission montrant les signaux de SHS (400 nm) et UC-PL (525 et 550 nm) de suspensions de nanocristaux de LN dopés, excitation à 800 nm. Droite, intensité d'UC-PL détectée en fonction de la concentration molaire d'erbium insérée (deux séries différentes d'échantillons sont présentées).

CONCLUSION

Nous avons montré le succès du dopage de nanoparticules de niobate de lithium par des ions erbium. Un optimum à 4% permet d'obtenir l'intensité de photoluminescence la plus élevée. Enfin, cette insertion d'ions dopants ne semble pas modifier les propriétés de génération de second harmonique des nanocristaux de LN.

REFERENCES

- [1] RIPOERTO, JEREMY, ET AL. "SECOND HARMONIC SPECTROSCOPY OF ZNO, BiFeO₃ AND LiNbO₃ NANOCRYSTALS." *OPTICAL MATERIALS EXPRESS* 9.4 (2019): 1955-1966.
- [2] WANG, FENG, AND XIAOGANG LIU. "RECENT ADVANCES IN THE CHEMISTRY OF LANTHANIDE-DOPED UPCONVERSION NANOCRYSTALS." *CHEMICAL SOCIETY REVIEWS* 38.4 (2009): 976-989.
- [3] ZHANG, HONGXIN, ET AL. "A MINI-REVIEW ON RECENT PROGRESS OF NEW SENSITIZERS FOR LUMINESCENCE OF LANTHANIDE DOPED NANOMATERIALS." *NANO RESEARCH* 13.7 (2020): 1795-1809.