

# L'interaction du laser de pompe et des pertes radio-induites dans les Fibres Optiques dopées Terres Rares

Jean-Bernard DUCHEZ, Franck MADY, Mourad BENABDESSELAM, Yasmine MEBROUK

Université de Nice Sophia Antipolis, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC) CNRS UMR 7336, Nice  
jbduchez@unice.fr

**Abstract:** L'étude des pertes radio-induites dans les fibres optiques dopées Ytterbium ou Erbium, en condition de pompage actif a permis de mettre en évidence, sur des fibres courtes, la présence de niveaux d'équilibre de la dégradation. Ces derniers peuvent être atteints de manière réversible par variation de la puissance de pompe et ou du débit de dose.

Les Fibres Dopées Ytterbium (FDY) et Erbium (FDE) sont deux types de fibres envisagées pour des applications spatiales telles que l'OISL ou le LIDAR, cependant elles souffrent de pertes optiques appelées noircissement lors de leur utilisation dans un environnement radiatif. Ces pertes sont liées à la formation de centres colorés qui induisent une baisse de transmission dans les fibres. Il existe de nombreuses voies de durcissement pour ces fibres : co-dopage avec du cérium, hydrogénation ... [1,2] Mais FDY et FDE en conditions normales de service sont utilisées en tant que milieu amplificateur, c'est-à-dire éclairé par un laser de pompe, dans notre cas un laser à 977 nm. Dans la littérature plusieurs travaux traitent de blanchiment optique principalement pour des longueurs d'ondes visible mais aussi dans le proche infrarouge [3,4]. Les mécanismes en jeux dans la formation/guérison des centres colorés sous pompe et en présence de rayonnements ionisants restent peu clairs. C'est ce que nous proposons d'investiguer à travers une étude sur des échantillons court (2cm) de FDY et FDE, loin des longueurs classiques des amplificateurs fibrés. Il est à noter que dans le cas des FDE la pompe n'est qu'une source de blanchiment des défauts radio-induits alors que dans le cas des FDY cette même pompe contribue au blanchiment mais aussi et surtout au noircissement [5].

Ce travail a été réalisé grâce à un banc de caractérisation dédié, utilisant une diode laser fibrée à 977 nm, des multiplexeurs accordés à cette longueur d'onde ainsi que divers puissance-mètres. L'échantillon étant soudé sur le banc et placé dans un faisceau de rayons X, pour éviter toute interaction de cette irradiation avec le reste du montage, un écran plombé est utilisé, il est dimensionné pour protéger les soudures autour de l'échantillon. En dessous de ce dernier est disposée une chambre d'ionisation reliée à un électromètre permettant la mesure de la dose et du débit de dose en temps réel. Le même montage est utilisé pour les FDY et FDE, il a été précédemment montré que le comportement en environnement radiatif d'une FDY pompée qu'elle soit commerciale ou fabriquée au laboratoire était similaire [5]. Par conséquent une FDY fabriquée au laboratoire et à une FDE commerciale seront utilisées.

L'étude porte sur la comparaison des effets pour les deux différents dopages de fibres. Dans le cas des FDY une compétition entre noircissement photo- et radio- induit ainsi qu'avec le photo-blanchiment existe, il en sera de même dans les FDE entre radio-noircissement et photo-blanchiment. Cette interaction conduit, pour des temps d'irradiation et pompage suffisamment long, à la formation de niveaux d'équilibres qui ne seront dépendant que du couple puissance de pompe et débit de dose. La dose cumulée pour ces fibres actives en conditions de service ne sera donc plus un paramètre pertinent pour la caractérisation.

## References

- [1] Girard S., Vivona M., Laurent A., Cadier B., Marcandella C., Robin T. and Ouerdane Y., "Radiation hardening techniques for Er/Yb doped optical fibers and amplifiers for space application", *Optics express*, 20(8), 8457-8465 (2012).
- [2] Girard S., Mescia L., Vivona M., Laurent A., Ouerdane Y., Marcandella C. and Boscaino R. "Design of radiation-hardened rare-earth doped amplifiers through a coupled experiment/simulation approach", *Journal of Lightwave Technology*, 31(8), 1247-1254 (2013).
- [3] Gebavi H., Taccheo S., Mechin D., Tregoaat D., Monteville A., Cadier B. and Robin T., "Photobleaching investigation of photo-darkened fiber using 633 nm irradiation: evidence of color center time evolution and losses mitigation", *Proc. SPIE*, 8601 (2013).
- [4] A. G. Murzin, D. S. Prilezhaev and V. A. Fromzel', "Some features of laser excitation of ytterbium-erbium glasses", *American Institute of Physics, Soviet Journal of Quantum Electronics*, Volume 15, Number 3 (1985).
- [5] Duchez J. B., Mady F., Mebrouk Y., Ollier N. and Benabdesselam M., "Interplay between photo-and radiation-induced darkening in ytterbium-doped fibers", *Optics letters*, 39(20), 5969-5972 (2014).