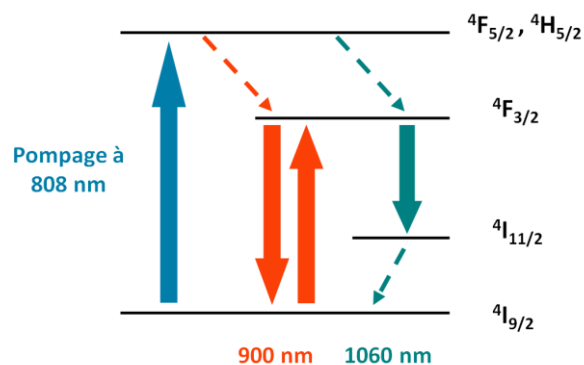


Un nombre croissant d'applications industrielles ou scientifiques nécessitent de fortes puissances laser dans différentes gammes de longueurs d'onde, notamment dans le proche et moyen infra-rouge ainsi que dans le visible. Les sources laser à fibre dopée sont des systèmes robustes et efficaces qui allient une puissance élevée à une très bonne cohérence spatiale. La spectaculaire montée en puissance de ces sources ces dernières années se limite néanmoins à quelques longueurs d'onde situées entre 1  $\mu\text{m}$  et 2  $\mu\text{m}$ . Une équipe du laboratoire CIMAP, en collaboration avec l'entreprise Ixfiber, a développé une source laser à fibre accordable en longueur d'onde entre 872nm et 936nm et délivrant jusqu'à 22W de puissance de sortie. Ces résultats constituent un record dans ce domaine de longueur jusqu'alors peu exploré.

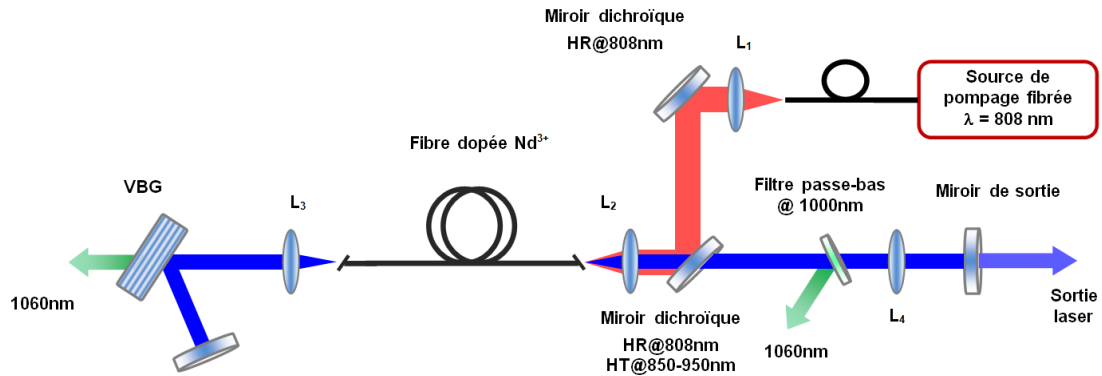
Les systèmes lasers à fibre sont aujourd'hui une réelle alternative aux lasers à solides et aux lasers à gaz. Ces sources laser utilisent comme milieu amplificateur une fibre en silice de quelques mètres dont le cœur est dopé avec des ions optiquement actifs appartenant à la série des terres rares ( $\text{Yb}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Nd}^{3+}$ ...). Les excellentes propriétés des lasers à fibre en termes de qualité spatiale de faisceau, de simplicité de mise en œuvre et de dissipation thermique ont permis d'atteindre des puissances de sortie supérieures au kilowatt à une longueur d'onde d'émission proche de 1 $\mu\text{m}$  [1]. De nouvelles longueurs d'onde sont par ailleurs recherchées, notamment dans le domaine visible ou UV pour des applications en instrumentation biomédicale ou pour la détection optique de type LIDAR.

Depuis plusieurs années, l'équipe LIOA étudie et développe de nouveaux systèmes laser fibrés émettant dans le proche IR autour de 900nm [2]. Ces sources ont un fort intérêt, d'une part, pour le pompage haute brillance de matériaux laser dopés Yb ou Nd et, d'autre part, pour la génération de forte puissances laser dans le bleu par doublage de fréquence dans un cristal non-linéaire. Pour cela, la source laser à fibre doit non seulement présenter une puissance de sortie élevée (>10W) mais également une très bonne qualité spatiale de faisceau. En collaboration avec l'entreprise Ixfiber, de nouvelles fibres dopées  $\text{Nd}^{3+}$  ont été développées afin d'autoriser une émission laser efficace à des longueurs d'onde inférieures à 900nm. Ce domaine de longueur d'onde repose sur la transition  ${}^4\text{F}_{3/2}$ - ${}^4\text{I}_{9/2}$  de l'ion  $\text{Nd}^{3+}$  qui était jusqu'alors peu étudiée en raison de son faible rendement laser et de la forte compétition avec une seconde transition à 1060nm, bien plus favorable.

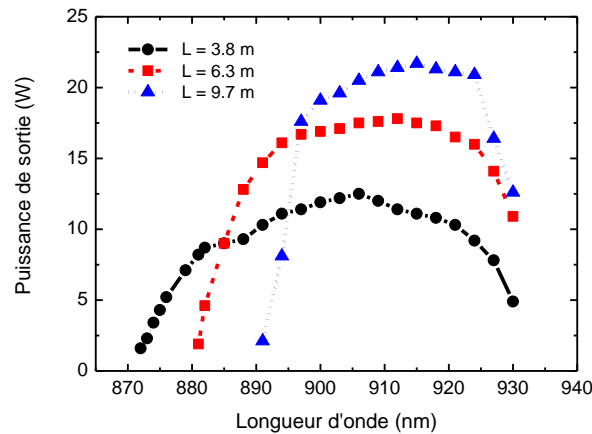


*Schéma des niveaux d'énergie de l'ion  $\text{Nd}^{3+}$  : le fonctionnement laser autour de 900nm repose sur un schéma à 3 niveaux d'énergie et nécessite par conséquent une forte inversion de population.*

Un travail préliminaire d'optimisation de la géométrie et du profil d'indice de la fibre dopée a été mené afin d'augmenter considérablement la densité de pompage et d'atteindre une inversion de population suffisante pour forcer la transition laser autour de 900nm [2].



*Schéma expérimental de la cavité laser : l'accord en longueur d'onde est réalisé par rotation du réseau de Bragg en volume (VBG), utilisé comme miroir sélectif en longueur d'onde. L'émission spontanée à 1060nm est filtrée à différents endroits de la cavité afin d'éviter l'oscillation laser de cette longueur d'onde parasite.*



*Spectres d'accord en longueur d'onde de la source laser pour différentes longueurs de fibre dopée Nd<sup>3+</sup>*

Le développement d'une nouvelle cavité laser nous a récemment permis d'atteindre les longueurs d'onde les plus courtes jamais atteintes pour un laser à fibre de puissance. Cette source laser, accordable dans le domaine spectral 872-930 nm délivre jusqu'à 22 W de puissance de sortie avec une largeur spectrale de 0,035 nm et un rendement de conversion laser proche de 47%. La prochaine étape de ce travail sera consacrée à génération de puissance laser bleue par doublage fréquence du faisceau IR. Plusieurs watts autour de 450nm sont attendus !

Plus références :

[1] Y. Jeong, J. K. Sahu, D. N. Payne, and J. Nilsson, "Ytterbium-doped large-core fiber laser with 1.36 kW continuous-wave output power," [Opt. Express 12, 6088-6092 \(2004\)](#).

[2] M. Laroche, B. Cadier, H. Gilles, S. Girard, L. Lablonde, and T. Robin, "20 W continuous-wave cladding-pumped Nd-doped fiber laser at 910 nm," [Opt. Lett. 38, 3065-3067 \(2013\)](#).

[3] B. Leconte, B. Cadier, H. Gilles, S. Girard, T. Robin, and M. Laroche, "Extended tunability of Nd-doped fiber lasers operating at 872–936 nm," [Opt. Lett. 40, 4098-4101 \(2015\)](#).

---

Contact CEA-IRAMIS : [Mathieu Laroche](#)

Collaboration : B. Cadier, T. Robin, [lxfiber](#), Lannion, France.