PRIX JEAN JERPHAGNON

Communiqué de presse

Sébastien Février,
Chercheur au sein du laboratoire XLIM (CNRS/Université de Limoges)
Lauréat 2016 du Prix Jean Jerphagnon

L'innovation du lauréat 2016 :

Des lasers femtosecondes de forte puissance dans le moyen infrarouge

Sébastien Février, chercheur au sein du laboratoire XLIM (CNRS/Université de Limoges) a inventé de nouveaux types de fibres optiques permettant d'obtenir des impulsions laser ultra brèves à des longueurs d'onde inédites et dont la puissance crête peut atteindre 1 MW. La technologie doit être transférée à la société Novae.

Que ce soit pour produire des images de tissus biologiques ou pour usiner des polymères, les utilisateurs de lasers veulent tout en même temps : des impulsions très brèves (inférieures à 100 femtosecondes), dotées d'une forte puissance, et dans les longueurs d'onde qui correspondent à leurs besoins. C'est pour concilier au mieux ces trois dimensions que Sébastien Février travaille depuis dix ans sur de nouvelles générations de lasers à fibres optiques. Ses travaux, au sein de l'Institut XLIM, une unité mixte de recherche du CNRS et de l'université de Limoges, spécialisée dans la photonique et l'électronique, viennent d'être récompensés par le prix Jean Jerphagnon, qui distingue un chercheur pour un projet scientifique à fort potentiel industriel.

En jouant à la fois sur la composition, la géométrie de la fibre et le dopage par des terres rares, le lauréat a donc cherché à créer des lasers femtosecondes de fortes puissances, et dont la longueur d'onde d'émission peut être ajustée en fonction de l'application visée. « *Il y a des « trous » dans le spectre couvert par les lasers femtosecondes, et notre idée était notamment de parvenir à « boucher les trous »* », explique Sébastien Février. C'est ainsi qu'est né un premier prototype de laser, dans le cadre du projet ANR Ubris2 piloté par Sébastien Février et qui s'achève en mars 2017. En partenariat avec des chercheurs de l'Académie des Sciences de Russie, le laboratoire XLIM a développé des fibres optiques dopées à l'erbium qui ont permis de réaliser un laser émettant des impulsions de 75 femtosecondes à 1650 nm, avec une puissance crête de 120 kW. Les lasers à fibres dopées à l'erbium existent depuis les années 1990, mais ils émettent à une longueur d'onde de 1,55 micron, et c'est l'émission autour de 1,7 micron dans une structure monolithique fibrée qui est une première mondiale. Une application a été réalisée en imagerie biologique. En effet, grâce à cette nouvelle longueur d'onde, adaptée à la pénétration de la lumière dans les tissus, ce laser a permis l'observation en temps réel, par microscopie tri-photonique, du développement d'embryons de mouche drosophile, une expérimentation réalisée avec le Laboratoire d'Optique et Biosciences (LOB, X-Inserm-CNRS).

Les nouvelles fibres créées à XLIM ont fait l'objet d'un dépôt de brevet par le CNRS en juillet 2016. La technologie devrait ensuite être transférée à la société Novae, installée près de Limoges. Novae, née en 2013, est une start-up créée par des chercheurs, dont Sébastien Février, dans le but d'étendre le spectre des lasers femtosecondes. En exploitant un premier brevet déposé en 2011, Novae a lancé une gamme de laser à fibres optiques dopées au thulium qui émettent dans des longueurs d'onde autour de 2 microns. La jeune société, qui a levé un million d'euros auprès de fonds d'investissement et d'une plateforme participative en décembre 2015, vise des marchés tels que le micro-usinage de polymères, et l'imagerie laser pour le médical et la biologie. « La nouvelle fibre permettra à Novae d'étendre son offre de produits, et de toucher de nouveaux marchés », indique le conseiller scientifique de la start-up. D'ores et déjà, Novae a décliné l'innovation sur des fibres dopées au thulium, pour des lasers émettant à plus de 2 microns, qui sont le cheval de bataille de la start-up. Novae a ainsi obtenu un prototype de laser à 2,1 microns qui émet des impulsions supérieures à 100 kW. Ces lasers femtosecondes de forte puissance sont très attendus. A l'instar de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse) qui vient de se

Contact presse
Sabrina Peseux - sabrina.peseux@systematic-paris-region.org - 06 03 23 20 01

doter d'un laser Novae, des laboratoires de renom en Europe ou aux Etats-Unis sont déjà demandeurs pour leurs propres recherches.

Mais les développements de nouveaux lasers à fibres ne s'arrêtent pas là. Ainsi, Xlim et Novae, en partenariat avec le laboratoire Lidyl du CEA, centré sur l'interaction laser-matière, et la société Imagine Optic, spécialiste de l'analyse de front d'onde, veulent mettre au point une nouvelle génération de lasers MW émettant plus loin dans le moyen infrarouge.

Pour monter en puissance, Sébastien Février propose une structure de fibre originale, suggérée par des résultats de calcul. Dans des fibres traditionnelles, la section transverse est invariante. Dans les fibres proposées par le lauréat du prix Jean Jerphagnon, la dimension du cœur croît rapidement le long de la fibre au rythme de l'amplification puis décroît lentement pour ajuster la longueur d'onde du laser. « C'est une véritable rupture technologique, qui devrait permettre de gagner un facteur dix en puissance crête, tout en restant sur le principe de lasers à fibres optiques, pour lesquels la demande est forte, car ils sont beaucoup plus simples à utiliser », explique Sébastien Février. Avec ce nouveau concept, l'équipe du chercheur veut réaliser des fibres optiques dopées à l'erbium (pour une longueur d'onde de 1,55 micron) et des fibres dopées au thulium (pour une longueur d'onde de 2 microns), puis les implémenter dans des lasers qui émettront des impulsions inférieures à 100 femtosecondes avec une puissance crête qui atteindra 1 MW. Ses collègues de l'Académie des Sciences de Russie ont déjà montré que cela fonctionnait avec des fibres dopées à l'ytterbium (pour une longueur d'onde fixe de 1 micron).

En parallèle, un autre projet ANR, Biscot (Bright Infrared SuperCOnTinuum), cette fois avec Thales Research and Technology, le CORIA, III-V Lab, XLIM et Novae, veut étendre les applications dans la région du spectre moyen infra-rouge dite « d'empreinte digitale » (2-15 microns), en associant des lasers à fibres spéciales en verre fluoré et des guides semi-conducteurs en arséniure de gallium.

L'idée sous-jacente à ces développements est de cartographier la composition chimique de tissus biologiques avec une résolution spatiale en limite de diffraction. Une telle image, avec une précision de 3 µm, a été réalisée avec un laser Novae. Jusqu'à maintenant ce type d'image à haute résolution ne pouvait être obtenu qu'avec le rayonnement synchrotron délivré par un accélérateur d'électrons comme Soleil construit à Palaiseau. L'application de la microspectroscopie laser à la détection de cellules pathologiques a pu être démontrée, le laser se substituant au synchrotron pour une partie du spectre. « *Si l'on peut couvrir l'intégralité de la région d'empreinte digitale, on pourra réaliser des « biopsies optiques » à l'hôpital, par endoscopie* », souligne Sébastien Février, c'est-à-dire sans intervention chirurgicale lourde.

En attendant ces futurs développements, le lauréat apprécie la renommée apportée par le prix Jean Jerphagnon, et son jury prestigieux. « *Avoir d'excellents lasers moyen-infrarouges ne suffit pas : les rendre « visibles » est essentiel* », conclut le chercheur.

N'hésitez pas à revenir vers nous pour tout entretien avec Sébastien Février.
Visuels et biographie sur demande.

A propos du Prix Jean Jerphagnon **www.prixjeanjerphagnon.org**
Conçu pour honorer la mémoire de Jean Jerphagnon qui fut un acteur important des communications en fibre optique, ce prix est destiné à promouvoir l'innovation technologique et la diffusion de l'optique-photonique dans tout domaine d'application. Attribué à un entrepreneur, à un ingénieur ou à un chercheur, le Prix Jean Jerphagnon récompense un projet véritablement innovant, à fort potentiel industriel ou à grande valeur scientifique, et marquant une étape dans la carrière du candidat.
Les partenaires du prix Jean Jerphagnon : Académie des Technologies, CNOP, CNRS, F2S, Fondation Télécom, Nokia, Opticsvalley, Orange, Pôle Images et Réseaux, Pôle Route des lasers, Pôle Systematic Paris-Region, SEE, SFO, SFP et Thales.

Retrouvez en ligne les lauréats des dernières éditions : http://www.prixjeanjerphagnon.org

Contact presse
Sabrina Peseux - sabrina.peseux@systematic-paris-region.org - 06 03 23 20 01