

Des lasers plus brillants pour les technologies de demain

Les scientifiques et ingénieurs européens ont uni leurs forces dans un grand projet de coopération visant à développer la nouvelle génération de lasers de forte luminance qui devrait révolutionner les domaines de la santé, les télécommunications et des loisirs. Ce projet, dénommé WWW.BRIGHTER.EU, dont le coût s'élève à 16,25 millions d'Euros (dont 9,7 millions sont financés par la Commission Européenne) et qui se déroulera jusqu'en Septembre 2009, rassemble 22 équipes de recherche de réputation mondiale venant de l'industrie, de la recherche publique et des universités, autour un objectif commun : réussir un saut technologique ouvrant un marché de plusieurs milliards d'euros en offrant des lasers plus compacts, plus lumineux, plus efficace et... moins cher !

Le nom du projet « WWW.BRIGHTER.EU » est l'acronyme de « World Wide Welfare: High-Brightness Semiconductor Lasers for Generic Use », soit en Français: « Le bien-être mondial : lasers semi-conducteurs de haute luminance à usage générique ». Ce projet rassemble des partenaires de 10 pays européens, il est financé par le programme « Société et Technologies de l'Information » de la Commission Européenne. Il s'inscrit dans la continuité d'un précédent projet appelé WWW.BRIGHT.EU qui s'est achevé en 2006. La Suisse est représentée dans le consortium BRIGHTER par FISBA OPTIK AG, un fabricant suisse spécialisé dans la conception et la fabrication de composants et systèmes optiques ainsi que d'instruments de métrologie, et par Rainbow Photonics AG, une spin-off de l'ETH (Ecole Polytechnique Fédérale) qui réalise des lasers solides, composants pour applications photoniques tout comme des instruments pour applications de sécurité à base de nouvelles matières organiques.

Les principaux défis de ce projet consistent à réussir à développer des lasers de haute luminance à un prix raisonnable, sur une gamme élargie de couleurs (« longueurs d'onde »), et d'arriver à coupler plus de puissance lumineuse plus élevée dans des fibres optiques plus fines. Ces améliorations permettront d'une part le remplacement de lasers existants, encombrants, lourds et onéreux, d'autre part de faciliter l'émergence de nouvelles applications. Le succès des scientifiques de ce projet offrira à la Société de demain des technologies qui n'existent simplement pas aujourd'hui, telles que le traitement ou diagnostic de certains cancers ou encore, dans le domaine des loisirs, de systèmes de communication ou d'affichage.

Le Coordinateur du Projet, Michel Krakowski a dit : « Le marché des diodes laser est immense ; il existe de très nombreuses applications potentielles demandant des sources laser de haute luminance qui ne sont pas actuellement développées faute de trouver une diode laser présentant les bonnes caractéristiques de coût, longueur d'onde et compacité. Notre objectif est de développer ces nouveaux

lasers de haute luminance, c'est à dire combinant à la fois forte puissance et la capacité de concentrer la lumière. »

L'entreprise suisse FISBA OPTIK AG se profile comme un expert dans le domaine de la micro-optique, notamment en matière de conception, de prototypage et de production de composants micro-optiques tels qu'utilisés dans le secteur médical. « Au fil des années, nous avons acquis un solide savoir-faire dans les technologies diode laser. Le projet BRIGHTER nous a offert l'occasion d'appliquer cette expertise dans le cadre du développement de composants et systèmes micro-optiques, tout comme de l'assemblage de modules laser. A travers une étroite collaboration entre ses concepteurs d'éléments optiques, ses ingénieurs en mécanique et ses spécialistes en techniques de fabrication optiques, FISBA a été en mesure de réaliser des équipements micro-optiques pour modules laser dont la luminance dépasse largement celle des systèmes standards », observe Mark Meeder, responsable du projet BRIGHTER chez FISBA.

Fondée en 1997, la deuxième entreprise suisse, Rainbow Photonics AG, a lancé sur le marché le laser bleu compact tout-solide à conversion de fréquence utilisant des matières et guides d'onde également confectionnés par ses soins. Rainbow Photonics met ses compétences dans la fourniture de lasers et d'appareils au service du projet BRIGHTER pour élaborer de nouvelles sources de lumière destinées aux thérapies photodynamiques et aux applications de fluorescence induite par laser en collaboration avec d'autres membres du consortium. Sa contribution se situe principalement dans le développement de guides d'onde optimisés pour le doublage de fréquence de systèmes à diodes laser émettant à 680 nm que le consortium BRIGHTER s'emploie à concevoir. L'objectif final consiste à mettre au point une source de lumière compacte à faibles coûts opérant à 340 nm pour les applications médicales.

Dans le cadre du projet WWW.BRIGHTER.EU, la mise en commun des efforts a stimulé de nouveaux axes de recherche et, à travers une participation significative de l'Industrie (qui contribue au projet à hauteur de 6,5 M€), devrait offrir en priorité à l'Europe le bénéfice des avancées technologiques, et cela, beaucoup plus rapidement que si aucune initiative n'avait été engagée. La « masse critique » du projet a également contribué à supprimer les barrières entre les différentes disciplines en développant la technologie laser pour différentes applications.

En parallèle avec les progrès technologique, le projet contribue également à structurer l' « Aire de Recherche Européenne ». Eric Larkins, Professeur à l'Université de Nottingham, a dit : « Le projet, en encourageant activement la mobilité des jeunes chercheurs entre l'Industrie et les Universités, a contribué à créer des opportunités de carrière attrayantes. Nous développons également des formations focalisées sur les technologies d'avant-garde. Ces formations sont également accessibles au public sur

le site web du projet. » Les personnes intéressées peuvent accéder à ces informations à l'adresse suivante : www.ist-brighter.eu. Ils peuvent également enregistrer leurs coordonnées sur le site afin de recevoir régulièrement la Lettre d'Information bisannuelle du projet.

D'après les données fournies par la Plate-forme Technologique Européenne "Photonics21", « le marché mondial de la photonique s'élevait à 225 milliards d'euros en 2005, [...] et devrait tripler dans les 10 ans à venir. » Il est également indiqué que « le chiffre d'affaire de l'industrie européenne de la photonique a atteint 49 milliards d'euros en 2006, correspondant à un rythme annuel de croissance de 12%, [...] égalant le chiffre d'affaire de la microélectronique, avec la perspective de le dépasser bientôt ».

Viviane Reding, Commissaire Européen pour la Société de l'Information et les Media, a dit : « La Photonique sous-tend l'innovation en Europe et offre un fort potentiel d'innovation dans les domaines de la communication, des loisirs, du médical et des sciences du vivant. Le développement de nouvelles sources de lumière de haute luminance, le projet BRIGHTER contribue significativement au développement de la photonique en Europe. »

Les applications médicales sont extrêmement importantes pour la société européenne ; toutefois, le marché apparaît encore fragmenté et faiblement lié aux développements technologiques. Par exemple, la méthode de thérapie Photodynamique (« PDT »), s'appuie sur des drogues photosensibles permettant de cibler précisément les tumeurs ; ces substances, voisines de celles utilisées pour la chimiothérapie, se concentrent dans les tissus malins sans causer le moindre dommage aux tissus sains environnants et sont activées uniquement lorsqu'elles sont illuminées par un laser d'une couleur spécifique (par exemple rouge). Le patient bénéficie ainsi d'un traitement efficace engendrant un minimum d'effets secondaires et meilleur confort.

Les lasers bleus et rouges sont développés dans le projet pour les applications de type PDT. Les lasers bleus sont utilisés pour l'imagerie spectroscopique réalisée à l'aide de marqueurs fluorescents permettant de localiser les tissus malins. Les lasers rouges permettent d'activer les drogues anti-cancéreuses qui, tout comme les marqueurs fluorescents s'accumulent dans les tumeurs. Toutefois, dans le domaine médical, le succès technologique n'est pas seul garant du succès clinique ou commercial ; par conséquent, afin d'assurer le succès au niveau clinique, le projet aborde tous les aspects de la chaîne de développement du produit, depuis le composant jusqu'à son intégration dans un système et même les tests cliniques.

Au cours de la première année du projet ont été démontrées de nouveaux lasers rouges améliorés pouvant s'intégrer dans un système PDT. Un laser bleu de haute luminance a été également réalisé par

doublage de fréquence d'un laser de puissance émettant dans le proche infra-rouge (la technique de doublage de fréquence s'appuie sur un cristal possédant des propriétés non linéaires spécifiques permettant de convertir la couleur (longueur d'onde) d'un Laser ; ce nouveau laser bleu a été utilisé dans un système d'imagerie par fluorescence pour l'observation de tissus malins par le « Lund Laser Centre » (Suède).

La vidéo-projection est un autre domaine d'application potentiel des diodes laser ; de nombreux défis doivent encore être surmontés pour atteindre un niveau de coût et de compacité compatible avec le marché. En particulier, cette application requiert l'intégration des trois sources primaires (rouge, vert et bleu) dans un module unique ; les lasers rouges et bleus étant déjà développés pour les applications médicales, l'essentiel des efforts se concentre sur le laser vert et sur le développement d'un prototype. La réalisation d'une diode laser verte représente un défi particulier, étant donné qu'aucun matériau semi-conducteur connu n'émet directement dans le vert. Dans BRIGHTER, l'approche consiste à utiliser la technique de doublage de fréquence déjà mise au point avec succès pour le laser bleu des applications médicales et de l'adapter afin démontrer la faisabilité d'un laser vert un à partir d'un laser infrarouge de haute luminance.

Dans le domaine de la communication, les lasers infrarouge ont un rôle clé : ce sont eux qui véhiculent l'information numérique à travers plusieurs centaines de kilomètres de fibre optique. La croissance de l'Internet et la réduction des coûts de transport longue distance de l'information est largement due aux progrès des amplificateurs à fibre dopée Erbium (« EDFA »), amplificateurs pompés à l'aide de laser de haute luminance. D'après l'« Agenda Stratégique de recherche » de Photonics21, les débits d'information arrivant dans les foyers augmenteront d'un facteur cent dans les dix prochaines années. Cela se traduira par une augmentation de capacité des réseaux ; pour répondre à cette demande, de nouveaux systèmes tels que les amplificateurs « Raman » et les lasers de pompe associés devront être déployés dans de nouvelles bandes optiques du spectre Télécoms.

Au cours de ce projet, des lasers infrarouge de puissance sont développés pour le pompage d'EDFA et d'amplificateurs « Raman ». Ces lasers sont aussi développés pour la communication en espace libre, qui permet de relier entre eux différents bâtiments d'un campus ou d'un centre-ville, sans avoir à mettre en place une infrastructure de fibres optiques enterrées. Cette technologie peut également être utilisée pour établir un système de communication temporaire dans une zone sinistrée. L'année passée, les chercheurs de BRIGHTER ont développé différents dispositifs à haut niveau de puissance et de luminance. La capacité de ces lasers à opérer à des hautes fréquences, compatibles avec la demande du domaine des communications en espace libre, a été démontrée ; ces lasers seront également utilisés pour la réalisation de lasers verts pour la vidéo-projection.