

## **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, des 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 efficaces et... moins chers !

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 France y tient une place prépondérante, avec notamment le GIE Alcatel Thales III-V Lab, « chef de file » du projet ; la participation française inclut également un laboratoire du CNRS, le Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique, deux laboratoires de grands groupes industriels, le centre de recherche du groupe Thales, Thales Research and Technology France, et le centre de recherche Bell Labs d'Alcatel-Lucent de Villarsaux ainsi que Keopsys, PME bretonne spécialisée dans la production de lasers et d'amplificateurs à fibre.

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 arriver à coupler plus de puissance lumineuse dans des fibres optiques à faible diamètre de cœur. Ces améliorations permettront d'une part de remplacer les lasers existants, souvent 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, des systèmes de communication ou d'affichage.

Du côté français, Alcatel Thales III-V Lab, en plus de la coordination scientifique et administrative du projet, a en charge le développement de matériaux semiconducteurs, la conception et la fabrication de diodes lasers émettant dans l'infrarouge, ainsi que les mesures associées.

Les travaux du Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique (CNRS) concernent l'étude et la mise au point de nouveaux concepts de cavités externes visant à améliorer la qualité spatiale et spectrale des diodes laser développées dans le cadre du projet. Ces recherches expérimentales donnent lieu à des échanges fructueux entre partenaires, depuis la fabrication des sources jusqu'à leur modélisation dans les configurations complexes mises en oeuvre.

Thales Research & Technology travaille dans plusieurs domaines : des études pour combiner les faisceaux issus de multiples diodes laser en un seul, permettant d'augmenter la luminance disponible ; des caractérisations poussées pour comprendre l'origine des défauts des diodes laser, permettant d'améliorer les performances des générations suivantes de diodes laser ; une sensibilisation des partenaires aux problèmes de toxicologie des matériaux mis en oeuvre dans les diodes laser ; et enfin, une mise en forme numérique souple et moderne des conférences généralistes produites par les partenaires pour qu'elles soient pérennisées et accessibles à tous via internet.

Le centre de recherche Bell Labs d'Alcatel-Lucent de Villarceaux (France) a pour mission non seulement de spécifier et de valider les sources laser développées dans le projet mais aussi de concevoir les dispositifs les utilisant pour les applications dans le domaine des Télécommunications. Ces dispositifs sont les amplificateurs à fibre dopée erbium (EDFA) forte puissance et les lasers à fibre Raman, eux-mêmes utilisés comme source de pompage bas-coût dans les systèmes de transmission optique WDM à amplification Raman. Ces deux applications rendent les sources laser du projet particulièrement intéressantes pour les télécommunications de part leur haute luminance et leur faible coût potentiel.

Keopsys apporte son expérience dans la fabrication de Lasers et amplificateurs à fibre de forte puissance. Le rôle au sein du projet BRIGHTER est de concevoir et de fabriquer deux prototypes, un Laser Raman à fibre et un amplificateur à fibre dopée erbium double gaine. Les deux conceptions sont basées sur des sources laser de forte luminance et de forte puissance développées par d'autres partenaires du consortium. Les deux prototypes seront utilisés par Alcatel-Lucent pour des applications dans le domaine des Télécommunications.

Le Coordinateur du Projet, Michel Krakowski a dit : « Le marché des diodes laser est immense ; il existe de très nombreuses applications potentielles nécessitant des sources laser de forte luminance qui ne sont pas actuellement développées, par manque de diodes laser présentant les caractéristiques adéquates en termes de coût, de longueur d'onde et de compacité. Notre objectif est de développer ces nouveaux lasers de haute luminance, émettant une puissance lumineuse élevée qui pourra être concentrée sur une très petite dimension. »

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, explique: « 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 centrées sur les technologies d'avant-garde. Ces formations sont accessibles au grand public sur le site web du projet. » Les personnes intéressées peuvent accéder à ces informations à l'adresse suivante : [www.ist-brighter.eu](http://www.ist-brighter.eu). Ils peuvent également enregistrer leurs coordonnées sur le site afin de recevoir 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'affaires 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'affaires de la microélectronique, avec la perspective de le dépasser bientôt ».

Viviane Reding, Commissaire Européen pour la Société de l'Information et les Médias, précise: « 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, dans le cadre du 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 médicaments 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 qui lui procure un 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 substances 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 démontrés de nouveaux lasers émettant dans le rouge améliorés pouvant s'intégrer dans un système PDT. Un laser de haute luminance dans le bleu 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 le projet 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.