



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 7 JANVIER 2009

Attention ! Sous embargo jusqu'au 07/01/2009, à 19H00

Une solution efficace au manque de directivité de certains lasers

Les lasers à cascade terahertz¹ sont une nouvelle famille de lasers semi-conducteurs qui émettent à des fréquences de l'ordre du terahertz, soit 10^{12} hertz. Du fait de leurs nombreuses applications, ils suscitent actuellement un vif intérêt, malgré un inconvénient majeur : leur faisceau est très divergent. Pour résoudre ce problème, des chercheurs français² pilotés par Raffaele Colombelli, chargé de recherche CNRS, et en collaboration avec les universités de Cambridge et de Leeds, ont utilisé des composants microscopiques particuliers appelés cristaux photoniques combinés au laser. Ils ont pu ainsi contrôler le faisceau laser et limiter considérablement sa divergence. Publiés le 8 janvier dans la revue *Nature*, ces résultats ouvrent un grand nombre de perspectives prometteuses, notamment en imagerie médicale terahertz.

Situées dans la gamme de l'infrarouge lointain, entre l'infrarouge moyen et les micro-ondes, les ondes terahertz comportent de précieux atouts: elles peuvent passer à travers la peau, les vêtements, les papiers, le bois, le carton et le plastique. Des propriétés qui offrent des applications en imagerie médicale, spectroscopie, sécurité et environnement (détections d'agents biologiques, de polluants ou encore d'empreintes digitales...).

De plus en plus étudiés, les lasers à cascade terahertz possèdent plusieurs avantages : ils sont très compacts³, leur énergie est d'origine électrique - on parle de lasers "pompés" électriquement⁴ - et ils fonctionnent dans la gamme des ondes terahertz (THz). Or, le spectre de fréquences entre 1 et 10 THz, appelé aussi "gap" THz, s'avère très difficile à générer avec des dispositifs peu encombrants. Ceci explique le profond intérêt suscité par les lasers à cascade terahertz qui sont les seules sources compactes, d'une dimension inférieure au millimètre, fonctionnant dans cette gamme de fréquences. Ces lasers fort prometteurs présentent toutefois un point faible : la forte divergence de leur faisceau, rédhibitoire pour une utilisation généralisée.

Les chercheurs ont utilisé de toutes petites structures, les cristaux photoniques, pour influencer les propriétés optiques du matériau et permettre notamment de contrôler le trajet de la lumière. En combinant ces composants avec les lasers terahertz, les scientifiques sont parvenus à concevoir un dispositif

¹ Le premier laser à cascade quantique terahertz a été inventé en 2002.

² Appartenant à deux unités : l'Institut d'électronique fondamentale (CNRS / Université Paris-Sud 11) et le laboratoire "Matériaux et phénomènes quantiques" (CNRS / Université Paris Diderot - Paris 7).

³ C'est une caractéristique des lasers semi-conducteurs qui sont très peu encombrants (à contrario des lasers à gaz).

⁴ L'alternative est un laser à pompage optique, mais un second laser est nécessaire pour fournir l'énergie.



www.cnrs.fr



ingénieux émettant des ondes terahertz, mais surtout permettant un contrôle précis du faisceau laser. Grâce à cette technologie efficace, celui-ci est désormais très peu divergent.

Ce nouveau dispositif ouvre de nombreuses perspectives fondamentales et appliquées. Reste notamment pour les chercheurs à maximiser la puissance de sortie de ces lasers. De plus, mieux maîtriser la technologie des cristaux photoniques pourrait permettre de concevoir de nouveaux lasers terahertz, de taille encore plus réduite. La technique mise au point peut être généralisée à d'autres lasers fonctionnant sur des gammes de longueurs d'onde différentes. De ces résultats, enfin, il pourrait découler plusieurs applications, notamment en spectroscopie et imagerie THz.

Ces travaux ont pu être menés à terme grâce au prix EURYI⁵ obtenu en 2004 par Raffaele Colombelli. Cette récompense lui a permis de créer sa propre équipe au sein de l'Institut d'électronique fondamentale de la faculté des sciences d'Orsay, où il supervise la thèse de doctorat de Yannick Chassagneux, premier auteur de cette publication.

Bibliographie

Electrically pumped photonic-crystal terahertz lasers controlled by boundary conditions. Y. Chassagneux, R. Colombelli, W. Maineult, S. Barbieri, H.E. Beere, D.A. Ritchie, S. P. Khanna, E. H. Linfield & A. G. Davies. *Nature*. 8 janvier 2009.

Contacts

Chercheur | Raffaele Colombelli & Yannick Chassagneux | T 01 69 15 78 65 | raffaele.colombelli@ief.u-psud.fr

Presse | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 | priscilla.dacher@cnrs-dir.fr

⁵ Lancé en octobre 2002 à Athènes, le prix EURYI vise à promouvoir l'excellence de la recherche européenne dans toutes les disciplines. Il est coordonné par la Fondation européenne de la Science.