

Vortex optiques à ultra-haute intensité

A. Denoeud, L. Chopineau, A. Leblanc et F. Quéré

LIDYL, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

En plus de porter du moment angulaire de spin associé à une polarisation circulaire (SAM), un faisceau de lumière est également capable de transporter du moment angulaire orbital (OAM). De tels faisceaux sont caractérisés par des fronts de phase hélicoïdaux ainsi que par l'absence d'intensité le long de leur axe de propagation, et peuvent être très bien décrits par les modes de Laguerre-Gauss [1]. Les propriétés uniques de ces vortex optiques ont d'ores et déjà amené à de nombreuses applications dans les domaines du visible et de l'infrarouge, allant de la manipulation optique [2] à la microscopie haute-résolution [3], en passant par les communications optiques [4].

L'utilisation de tels faisceaux dans le domaine X-UV pourrait également s'avérer très intéressante, d'autant plus s'ils possèdent des résolutions temporelles attosecondes. Récemment, l'interaction de faisceaux Laguerre-Gauss avec un gaz a notamment permis de générer des harmoniques portant du moment angulaire orbital, sans pour autant qu'il y ait de consensus sur la loi de conservation de ce moment lors du processus de génération [5,6]. De plus, la transposition de cette technique de génération n'a pas encore été établie dans les plasmas denses avec des faisceaux lasers à plus haute intensité, c'est-à-dire au-delà de quelques 10^{15} W/cm².

Dans cette étude expérimentale, nous montrons qu'il est possible de transférer du moment angulaire orbital à un faisceau harmonique généré sur cible solide grâce à l'utilisation d'une lame de phase hélicoïdale ou encore à celle d'un réseau de transmission à pas variable. Ceci est vrai pour les harmoniques générées par le mécanisme d'émission cohérente de sillage (CWE), mais également pour celles générées par le mécanisme du miroir oscillant relativiste (ROM) à des intensités laser supérieures à 10^{19} W/cm². Nous validons par la même occasion la loi de conservation de l'OAM remise en cause expérimentalement [5]. De plus, nous introduisons une nouvelle méthode holographique basée sur l'expansion contrôlée d'un pré-plasma modulé à la surface de la cible solide afin d'induire un vortex optique à un faisceau laser dépassant quelques 10^{17} W/cm². Cette technique pourrait par la suite s'avérer particulièrement intéressante pour manipuler et mettre en forme des faisceaux laser ultra-intenses.

[1] A. M. Yao, and M. J. Padgett, *Adv. Opt. Photon.* **3**, 161 (2011).

[2] H. He, M. E. J. Friese, N. R. Heckenberg, and H. Rubinsztein-Dunlop, *Phys. Rev. Lett.* **75**, 826 (1995).

[3] K. I. Willig, S. O. Rizzoli, V. Westphal, R. Jahn, and S. W. Hell, *Nature* **440**, 935 (2006).

[4] J. Wang, J.-Y. Yang, I. M. Fazal, N. Ahmed, Y. Yan, H. Huang, Y. Ren, Y. Yue, S. Dolinar, M. Tur, and A. Willner, *Nat. Photon.* **6**, 488 (2012).

[5] M. Zürch, C. Kern, P. Hansinger, A. Dreischuh, and C. Spielmann, *Nat. Phys.* **8**, 743 (2012).

[6] G. Gariepy, J. Leach, K. Taec Kim, T. J. Hammond, E. Frumker, R. W. Boyd, and P. B. Corkum, *Phys. Rev. Lett.* **113**, 153901 (2014).