



*SEMINAIRE IPCMS
Vendredi 7 décembre 2018
à 15h à l'auditorium*

Dynamiques ultrarapides de molécules chirales en phase gazeuse

Yann Mairesse

CELIA, Université de Bordeaux – CEA – CNRS

Les molécules chirales existent sous deux formes (énantiomères), images l'une de l'autre dans un miroir mais non-superposables. L'étude de la réactivité des molécules chirales présente un intérêt particulier en raison de leur importance en biologie et pharmacologie par exemple. La mesure de dynamiques ultrarapides de molécules chirales en phase gazeuse s'est longtemps heurtée à un problème fondamental: les effets chiroptiques utilisés pour distinguer deux énantiomères sont généralement basés sur des interactions dipolaires magnétiques ou quadrupolaires électriques, et sont trop faibles pour produire des signaux exploitables en phase gazeuse et en régime ultrabref. L'émergence récente de nouveaux processus chiroptiques reposant exclusivement sur l'interaction dipolaire électrique a donc constitué une avancée majeure [1-3].

Lorsqu'un rayonnement polarisé circulairement ionise des molécules chirales, plus d'électrons sont éjectés vers l'avant ou l'arrière par rapport à la direction de propagation du laser, selon l'hélicité de la lumière et l'énantiomère considéré. Cette asymétrie, appelée dichroïsme circulaire de photoélectrons (PECD [1]), peut atteindre plusieurs dizaines de %, et existe dans tous les régimes d'ionisation, depuis l'ionisation à un photon XUV jusqu'au régime d'ionisation tunnel par un champ fort [4]. Nous verrons que le PECD peut ainsi être utilisé pour suivre la relaxation de molécules chirales photoexcitées à l'échelle picoseconde et femtoseconde [5,6].

Le PECD provient de la dynamique de diffusion des électrons dans le potentiel moléculaire chiral. La métrologie attoseconde nous a permis de sonder cette dynamique d'ionisation, et de révéler un retard de quelques attosecondes des électrons émis vers l'avant par rapport à ceux émis vers l'arrière [7].

Enfin, de manière plus appliquée, le fort niveau de signal du PECD ouvre la voie à des applications d'analyse d'échantillon chimiques. En ajoutant au PECD un effet d'anisotropie d'excitation [8], nous avons mis en œuvre une technique permettant de déterminer l'excès énantiomérique d'échantillons avec une précision absolue de 0,4 % en 10 minutes et 5 % en 3 secondes, et de suivre en temps réel la composition isomérique et énantiomérique d'un échantillon [9].

[1] L. Nahon et al., *J. Elec. Spec. Rel. Phenom.* 204, 322 (2015)

[2] D. Patterson, & M. Schnell, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 16, 11114 (2014).

[3] S. Beaulieu et al., *Nat. Phys.* 14, 484 (2018)

[4] S. Beaulieu et al., *New. J. Phys.* 18, 1022002 (2016)

[5] A. Comby et al., *J. Phys. Chem. Lett.* 7, 4514 (2016)

[6] S. Beaulieu et al., *Faraday Discuss.* 194, 325 (2016)

[7] S. Beaulieu et al., *Science* 358, 1288 (2017)

[8] S. Beaulieu et al., *J. Chem. Phys.* 149, 134301 (2018)

[9] A. Comby et al., *Nat. Comm.*, in press, doi:10.1038/s41467-018-07609-9