

Effet de la cohérence temporelle partielle sur l'autocorrélation linéaire d'impulsions XUV ultra-courtes

A. Le Marec¹ O. Guilbaud² O. Larroche³ et A. Klisnick¹

¹ ISMO, CNRS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91405 Orsay Cedex, France

² LPGP, CNRS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91405 Orsay Cedex, France

³ CEA DIF, Bruyères le Châtel, 91297 Arpajon Cedex, France

Contexte

Au cours des dernières années, notre groupe a caractérisé expérimentalement la largeur spectrale de quatre différents types de lasers XUV, pompés par excitation collisionnelle. Les lasers XUV sont extrêmement monochromatiques ($\Delta\nu \sim 10^{11} - 10^{12}$ Hz) et la caractérisation de leurs spectres ne peut pas se faire directement avec des spectromètres XUV dont la résolution n'est pas assez fine. Nous avons donc utilisé une méthode interférométrique. Nous avons mesuré la cohérence temporelle de ces lasers XUV par autocorrélation du champ électrique de l'impulsion à l'aide d'un interféromètre à différence de marche variable. La largeur spectrale est déduite par une transformée de Fourier des courbes de visibilité expérimentales, d'après le théorème de Wiener-Khinchine [1]. L'étude menée a permis de mettre à jour un comportement particulier du signal d'autocorrélation mesuré, lorsque la durée de l'impulsion est proche du temps de cohérence.

Observations expérimentales

Les quatre types de lasers XUV que nous avons caractérisés reposent sur des procédés de génération différents, ce qui confère à leurs milieux amplificateurs des propriétés distinctes. Les temps de cohérence mesurés (τ_c) sont de l'ordre de ~ 1 ps à quelques ps. En revanche, leur durée d'impulsion (τ_{pulse}) en mode ASE varie quant à elle sur trois ordres de grandeurs, de quelques picosecondes à quelques nanosecondes. Pour les lasers XUV à impulsion longue, des courbes de visibilité de forme gaussienne ont été mesurées de façon systématique et reproductible, en bon accord avec les prédictions théoriques. Dans le cas des lasers XUV à impulsions courtes, nous avons observé des formes beaucoup plus complexes et difficiles à interpréter, avec un accord moins bon avec les prédictions théoriques.

Des observations similaires ont été rapportées sur des mesures d'autocorrélation linéaire effectuées avec le laser X à électrons libres (XFEL) de FLASH opérant en mode SASE (Self-Amplified Spontaneous Emission) [2,3,4], et dont la durée d'impulsion est de l'ordre du temps de cohérence.

Modèle de cohérence temporelle partielle

Dans cet exposé nous présenterons les simulations numériques que nous avons effectuées à partir d'un modèle d'impulsions partiellement cohérentes, développé pour des impulsions XFEL en mode SASE [5]. Nous montrerons que ce modèle permet non seulement de reproduire et d'interpréter nos observations expérimentales (fig.1) [6], mais aussi plus généralement de mettre en évidence le rôle de la durée d'impulsion sur le profil d'autocorrélation mesuré. Nous discuterons l'intérêt de ce résultat pour la caractérisation temporelle des impulsions partiellement cohérentes.

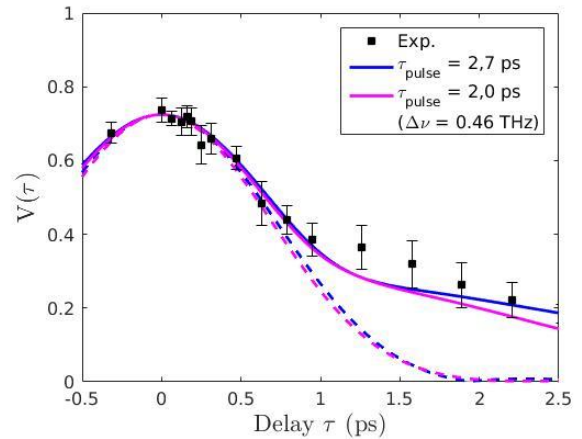


Fig. 1: Mesures d'autocorrélation linéaire d'un laser XUV de Mo, dont $\tau_{\text{pulse}} \approx 2 - 3 \tau_c$, (carrés) obtenue expérimentalement [7] et (traits pleins) calculées à partir du modèle [6]. (Tirets) transformée de Fourier des spectres correspondants.

Références

- [1] M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics* (1999).
- [2] R. Mitzner et al., *Opt. Express* **16**, 19909 (2008).
- [3] W. F. Schlotter et al., *Opt. Lett.* **35**, 372 (2010).
- [4] A. Singer et al., *Opt. Express* **20**, 17480 (2012).
- [5] T. Pfeifer et al., *Opt. Lett.* **35**, 3441 (2010).
- [6] A. Le Marec et al., *Opt. Lett.* accepted. (2016).
- [7] L. M. Meng et al., *Opt. Express* **19**, 12087 (2011).