

Contrôle cohérent du profil spatial de faisceaux XUV

L. Quintard¹, O. Hort¹, A. Dubrouil¹, J. Wabek¹, F. Catoire¹, V. Strelkov², D. Descamps¹, E. Mével¹ and E. Constant¹

¹ Centre Laser Intenses et Applications, Université de Bordeaux – CNRS – CEA, UMR 5107, 43 rue Pierre Noailles, 33400 Talence, France

² General Physics Institute of Russian Academy of Sciences, Theoretical Department, 38, Vavilova st., Moscow, 119991, Russia

Introduction

La génération d'harmoniques d'ordres élevés dans des gaz (HHG) permet d'obtenir des impulsions XUV ultracourtes dans un faisceau XUV à haute cohérence spatiale. Ces impulsions sont aujourd'hui couramment utilisées pour sonder ou initier des dynamiques ultrarapides par des transitions à un photon XUV. Un effort important est actuellement réalisé pour augmenter l'énergie de ces impulsions en utilisant des lasers fondamentaux de haute énergie [1,2].

Approche expérimentale

Nous avons utilisé un laser femtoseconde Terrawatt et sa forte énergie nous a permis de générer des harmoniques hors foyer et d'étudier le profil spatial des faisceaux XUV émis. Les harmoniques ont été générées dans un jet de gaz qui pouvait être déplacé loin du foyer du laser fondamental.

Les harmoniques émises ont été caractérisé spectralement et spatialement grâce à un spectromètre à champ plan et nous avons observé que les faisceaux XUV peuvent être très structurés spatialement. Cette structuration du profil XUV, peu documentée [3,4], pourrait être due à des défauts du front de phase du laser fondamental qui seraient retranscrits dans le faisceau XUV en raison de la cohérence du processus. Pour s'affranchir de cette possibilité et des inhomogénéités du front de phase incident, nous avons implémenté un miroir déformable (développé dans un projet collaboratif « Hipao » incluant les sociétés ISP system, ISP Aquitaine et Imagine Optic) spécialement développé pour les lasers femtosecondes TW.

Observations et interprétations

Les profils spatiaux des faisceaux obtenus sont beaucoup plus réguliers après correction du front d'onde mais restent très atypiques pour des faisceaux XUV (figure 1) obtenus par HHG. Ces profils sont néanmoins très robustes et similaires

aux structures spatiales communément obtenues par diffraction dans le visible.

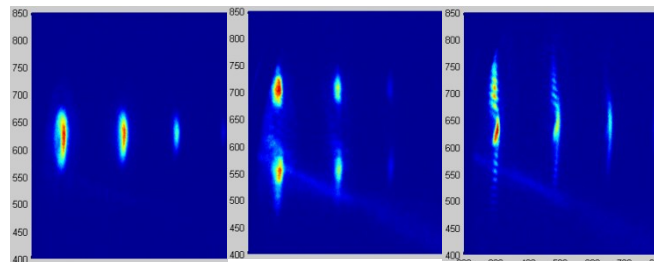


Fig. 1: Spectres XUV résolus spatialement obtenus par HHG hors foyer (iris de 7, 12 et 16 mm de diamètre) après correction du front d'onde du faisceau fondamental. Les faisceaux XUV sont nettement structurés. Ces profils sont contrôlables par la cohérence spatiale de la génération d'harmoniques d'ordres élevés.

Nous expliquons ces observations en considérant la distribution spatiale des émetteurs et la cohérence spatiale du processus de génération d'harmoniques d'ordres élevés dans un milieu fin et obtenons un bon accord entre nos observations et nos simulations.

En retour, nous observons que la cohérence spatiale de l'émission permet de contrôler le profil spatial des faisceaux XUV lorsque les harmoniques sont générés avec un laser à front d'onde corrigé. Cette possibilité de contrôle est particulièrement intéressante pour générer des harmoniques ayant un front d'onde convergent et focaliser directement les faisceaux XUV sans optique de focalisation. Nous avons étudié cette possibilité et nos résultats confirment que cette focalisation est possible dans des conditions spécifiques.

Références

- [1] E. J. Takahashi *et al*, Nat. Comm. **4** 2691 (2013)
- [2] P. Rudawski Rev. Scient. Instr. **84** 073103 (2013)
- [3] J. Jiang *et al.*, Opt. Expr **22** 15975 (2014)
- [4] E. Brunetti *et al*, Phys. Rev. A **77** 023422 (2008)