

Développement d'un laser XUV compact et ultra-intense

S. Sebban¹, A. Depresseux¹, E. Oliva², J. Gautier¹, F. Tissandier¹, J. Nejd³, M. Kozlova³, G. Maynard², J.P. Goddet¹, A. Tafzi¹, A. Lifschitz¹, H. T. Kim^{4,5}, S. Jacquemot^{6,7}, V. Malka¹, K. Ta Phuoc¹, C. Thaury¹, P. Rousseau¹, A. Flacco¹, B. Vodungbo¹, G. Lambert¹, P. Zeitoun¹ and A. Rousse¹

¹Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA ParisTech, CNRS UMR 7639, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France

²Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas, CNRS-Université Paris Sud 11, 91405 Orsay, France

³ELI Beamlines Project, Institute of Physics of the ASCR, Na Slovance 2, 182 21 Prague 8, Czech Republic

⁴Advanced Photonics Research Institute, GIST, Gwangju 500-712, Korea

⁵Center for Relativistic Laser Science, Institute for Basic Science (IBS), Gwangju 500-712, Korea

⁶Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses, Ecole Polytechnique, CEA, UPMC, 91128, Palaiseau, France

⁷Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives, DAM, DIF, 91297, Arpajon, France

Introduction

Les lasers XUV collisionnels dit « OFI » sont réalisés en focalisant une impulsion laser infrarouge ultra-intense dans un milieu gazeux. L'interaction qui en résulte permet la génération d'une colonne de plasma en inversion de population, constitué d'ions multi-chargés et d'électrons énergétiques. Nous nous intéressons à l'émission de la transition $3d^9 4d_{j=0} \rightarrow 3d^9 4p_{j=1}$ du krypton IX (nickeloïde) qui émet à 32,8 nm. Lorsque ce plasma amplificateur est injecté par une source harmonique externe, l'émission résultante montre d'excellentes propriétés spatiales tout en offrant, à la longueur d'onde considérée, un nombre de photons bien supérieur.

Résultats

Une partie importante de cette contribution consiste en la réalisation d'un laser XUV polarisé circulairement. De telles sources permettent l'étude des propriétés dichroïques de la matière, de la dynamique de domaines magnétiques de matériaux ou de la structure chirale d'échantillons biologiques. La source a été réalisée avec succès en amplifiant une source harmonique résonante et polarisée circulairement par un plasma de Krypton IX. Conformément aux mesures expérimentales, notre modèle numérique Maxwell-Bloch confirme la conservation de l'état de polarisation des harmoniques au cours de l'amplification ainsi que l'efficacité du schéma de génération [1].

Bien que compacts et capables d'excellentes propriétés spatiales, les lasers XUV collisionnels font face à des limites inhérentes à leur schéma de pompage. En effet, ceux-ci produisaient jusqu'ici des impulsions relativement longues (quelques picosecondes), limitant ainsi le champ d'applications. Nous présenterons ici un schéma

permettant de repousser cette limite afin d'atteindre une durée d'émission de l'ordre de la centaine de femtosecondes, en mettant en œuvre une « fenêtre temporelle sur le gain » de l'amplificateur plasma par sur-ionisation collisionnelle [2]. Ceci est rendu possible en opérant à des densités électroniques très élevées (autour de 10^{20} cm^{-3}), ce qui nécessite l'utilisation de techniques de guidage optique [3]. Le régime d'injection d'harmoniques a été utilisé pour sonder la dynamique temporelle du gain d'un tel amplificateur plasma. Un modèle numérique Maxwell-Bloch à dépendance temporelle nous a permis de décrire cette dynamique d'amplification et d'en extraire une durée d'émission XUV. D'autre part, la méthode permet également la génération d'un plus grand nombre de photons par tir (jusqu'à 14 μJ), offrant ainsi une augmentation de l'intensité des impulsions XUV émises de près de trois ordres de grandeurs.

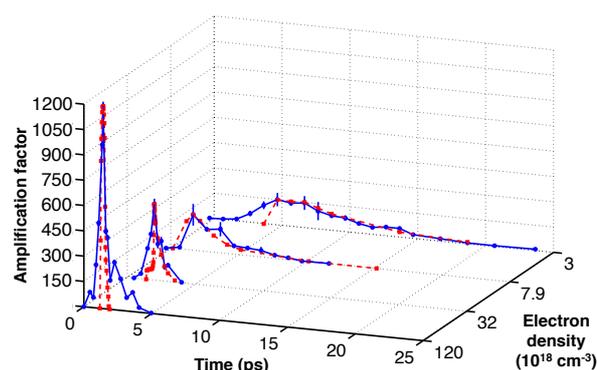


Fig. 1: Dynamique temporelle de l'amplification à 32.8 nm pour différentes densité

Références

- [1] A. Depresseux et al. *Phys. Rev. Lett.* **115**, 083901 (2015).
- [1] A. Depresseux et al. *Nature Photonics* **9**, 817–821 (2015).
- [1] E. Oliva et al., *Phys. Rev. A* **92**, 023848 (2015)